



(10) **DE 11 2010 000 007 T5** 2011.06.22

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2011/035633**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2010 000 007.7**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/CN2010/074932**
(86) PCT-Anmeldetag: **02.07.2010**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **31.03.2011**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **22.06.2011**

(51) Int Cl.: **H01J 49/34 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:
200910093179.9 25.09.2009 CN

(71) Anmelder:
Nuctech Co. Ltd., Beijing, CN

(74) Vertreter:
**Schoppe, Zimmermann, Stöckeler, Zinkler &
Partner, 82049, Pullach, DE**

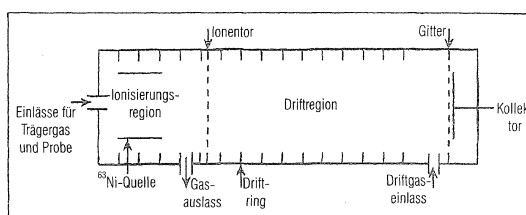
(72) Erfinder:
**Peng, Hua, Beijing, Haidian District, CN; Li, Hui,
Beijing, Haidian District, CN; Zhang, Zhongxia,
Beijing, Haidian District, CN**

(54) Bezeichnung: **Ionenbeweglichkeitsspektrometer-Erfassungsverfahren unter Verwendung von Dotiermitteln**

(57) Hauptanspruch: Ein Ionenbeweglichkeitsspektrometer-(IMS-) und Erfassungsverfahren unter Verwendung von Dotiermitteln, wobei das Ionenbeweglichkeitsspektrometer ein Driftrohr mit einer Probezuführöffnung und ein Gasdurchgangssystem, das mit demselben in Verbindung steht, aufweist, wobei das Gasdurchgangssystem eine Pumpe, eine Filtervorrichtung und einen Gaseinlass und einen Gasauslass, die an dem Driftrohr vorgesehen sind, zum Bereitstellen sauberen Gases, das als das Driftgas bzw. das Probeträgergas verwendet wird, aufweist, und das Erfassungsverfahren folgende Schritte aufweist:

Bereitstellen eines Probenahmesubstrats zum Probeauffangen;

Kombinieren der Dotiermittel mit dem Probenahmesubstrat; Auffangen der Probe unter Verwendung des Probenahmesubstrats in Kombination mit den Dotiermitteln; und Einführen des Probenahmesubstrats, das die Probe aufgefangen hat, zur Erfassung in die Probezuführöffnung des Ionenbeweglichkeitsspektrometers.



Beschreibung

Querverweis auf verwandte Anmeldungen

[0001] Diese Anmeldung nimmt die Priorität der internationalen PCT-Anmeldung PCT/CN2010/074932, die am 2. Juli 2010 eingereicht wurde und die hierin in ihrer Gesamtheit durch Bezugnahme aufgenommen ist, in Anspruch.

Hintergrund der Erfindung

Gebiet der Erfindung

[0002] Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf ein Ionenbeweglichkeitsspektrometer-Erfassungsverfahren unter Verwendung von Dotiermitteln.

Beschreibung der verwandten Technik

[0003] Die Ionenbeweglichkeitsspektrometrie (IMS; IMS = ion mobility spectrometry) wurde als eine Spurenerfassungstechnik vorgeschlagen und seit den 1960ern entwickelt. Frühere Patente (US 3699333 und 4777363) beschrieben den Kern dieser Technik detailliert. Die Funktionsweise eines Ionenbeweglichkeitsspektrometers basiert auf den folgenden Prinzipien: Probedampf- oder verdampfte Feststoffprobenpartikel, die erfasst werden sollen, werden ionisiert, um Ionen zu bilden, die dann unter dem Einfluss eines schwachen elektrischen Feldes direkt durch ein Driftrohr (Flugrohr) wandern. Ein Kollektor, der an einem Ende des Driftrohrs vorgesehen ist, wird verwendet, um die Driftzeiten, die die Ionen benötigen, um das elektrische Feld zu durchlaufen, zu messen, so dass Beweglichkeiten der Ionen, d. h. Driftgeschwindigkeiten der Ionen unter dem Einfluss der Intensität eines elektrischen Feldes pro Einheit, aus den Driftzeiten, die die Ionen benötigen, berechnet werden können. Da die Beweglichkeiten der Ionen, die aus verschiedenen Substanzen erhalten werden, unter bestimmten Bedingungen abhängig von der Masse, der Anzahl von Ladungen und der Raumstruktur der Ionen spezifisch sind, können die Typen der Substanzen durch Abgleichen der erfassten Beweglichkeitswerte der resultierenden Ionen mit denjenigen, die in einer Standardbibliothek gesammelt sind, bestimmt werden.

[0004] Das Driftrohr ist die zentrale Komponente eines Ionenbeweglichkeitsspektrometers, dessen grundlegende Struktur in [Fig. 1](#) gezeigt ist, mit einem Probeeinlass, einer Ionisierungsregion, einem Ionenator, einer Driftregion und einem Kollektor usw.

[0005] An der Vorderseite des Driftrohrs ist der Probeeinlass vorgesehen, in den die zu erfassende Probe eingeführt wird und durch ein Trägergas zu der Ionisierungsregion getragen wird. Gereinigte Luft wird üblicherweise als Trägergas verwendet. Elektronen,

die aus einer Ionenquelle ^{63}Ni in der Ionisierungsregion emittiert werden, reagieren mit N_2 oder O_2 in der Luft und einer kleinen Menge an Wassermolekülen, die in der Luft vorhanden sind, um Reaktant-Clusterionen, wie z. B. $(\text{H}_2\text{O})_n\text{H}^+$, $(\text{H}_2\text{O})_n\text{NO}^+$, $(\text{H}_2\text{O})_n\text{NH}_4^+$, $(\text{H}_2\text{O})_n\text{O}_2^-$, $(\text{H}_2\text{O})_n(\text{CO}_2)_m\text{O}_2^-$, $(\text{H}_2\text{O})_n\text{OH}^+$ etc., zu erzeugen. Beim Eintritt in die Ionisierungskammer reagieren Moleküle einer zu erfassenden Substanz oder einer Probe mit den Reaktant-Ionen, um Produktionen bzw. Tochterionen zu bilden. Wenn das Ionenator geöffnet ist, gelangen die Tochterionen aus der Ionisierungsregion in die Driftregion, wandern unter dem Einfluss des elektrischen Feldes direkt und treffen schließlich auf den Kollektor auf, der an dem Ende der Driftregion gegenüber von der Ionisierungskammer angeordnet ist. Auf diese Weise werden schwache Stromsignale, die die Stärke von Ionenflüssen darstellen, erzeugt und das resultierende Spektrum zeigt Echtzeitinformationen, die eine Variation der Ionenstärke mit der Zeit anzeigen. Da die Beweglichkeiten verschiedener Tochterionen unterschiedlich zueinander sind, variieren auch die Driftzeiten, die erforderlich sind, um den Kollektor zu erreichen, untereinander. Durch Analysieren der Spektren und Abgleichen der Spektren mit denjenigen, die in der Standardbibliothek gesammelt sind, kann der Typ der Substanz bestimmt werden.

[0006] Die Ionisierung von Gasmolekülen der zu erfassenden Probe, die in der Ionisierungsregion des Driftrohrs stattfindet, wird als ein Prozess einer Sekundärlonisation betrachtet. Das Konzentrationsverhältnis des Trägergases zu dem Probedampf bewirkt, dass die Moleküle des Trägergases durch die Ionenquelle leichter ionisiert werden als die Moleküle des Probedampfs. Deshalb durchlaufen Luftmoleküle zuerst eine Ionisierung, um Tochterionen zu bilden. Da der freie Weg für die ionisierten Moleküle des Trägergases viel kürzer ist als die geometrische Größe der Ionisierungskammer, kollidieren die ionisierten Moleküle des Trägergases häufiger mit den Probedampf-molekülen, was zu der Übertragung elektrischer Ladungen oder Protonen von den ionisierten Molekülen des Trägergases zu den Probemolekülen führt. Das Auftreten einer derartigen Übertragungsreaktion elektrischer Ladungen oder Protonen hängt von einer Protonen- oder Elektronenaffinität der Moleküle, die an der Reaktion teilnehmen, ab. Die elektrischen Ladungen werden von den Molekülen mit kleinen Elektronen- oder Protonenaffinitäten zu denjenigen mit großen Elektronen- oder Protonenaffinitäten übertragen.

[0007] Für ein Ionenbeweglichkeitsspektrometer, das tatsächlich verwendet wird, wird üblicherweise zu der Zugabe von Dotiermitteln gegriffen, um eine Molekülzusammensetzung der Reaktanten und die Ionisierungsmechanismen zu modifizieren, so dass eine chemische Zusammensetzung der resultierenden Tochterionen verändert werden kann, um die Emp-

findlichkeit und Selektivität des Instruments zu verbessern. Es ist erforderlich, dass die Dotiermittelmoleküle eine Elektronenaffinität besitzen, die kleiner ist als diejenige der Probemoleküle (z. B. Explosivstoffe) und größer als diejenige anderer Komponenten, die in dem Trägergas beinhalten sind. So können Cluster-Ionen mit einer relativ stabilen Zusammensetzung vorzugsweise durch Ionisierung erzeugt werden, um zu verhindern, dass Interferenzen mit niedrigeren Affinitäten in dem Trägergas an der Ionisierungsreaktion teilnehmen. Unterdessen reagieren diese Cluster-Ionen, da die Elektronen- oder Protonenaffinität der Probemoleküle größer ist als diejenige der Dotiermittelmoleküle, mit den Probedampfmolekülen, um die Probemolekülionen zur Erfassung zu bilden. Die Zugabe von Dotiermitteln kann eine Verschiebung von Spitzenpositionen, die den resultierenden Tochterionen entsprechen, in dem Spektrum bewirken. In diesem Fall können die Ionenspitzen, die aufgrund einer Spitzenüberlappung in einem Fall, in dem kein Dotiermittel zugegeben wird, kaum unterschieden werden können, voneinander getrennt werden, um eine Identifizierung der Zielkomponenten selbst bei Vorliegen störender Substanzen umzusetzen. Die momentan üblicherweise verwendeten Dotiermittel für die Erfassung von Explosivstoffen sind halogenierte Verbindungen und die zur Drogenerfassung üblicherweise verwendeten Dotiermittel umfassen Nikotinamid, Aceton, Ammoniakwasser oder dergleichen.

[0008] Über die letzten 30 Jahre wurde in den Industrieländern viel Forschung an IMS-Techniken unternommen und eine große Anzahl von Patenten, wie z. B. das U.S.-Patent Nr. 4311669, U.S.-Patent Nr. 4551624, DE-Patent Nr. 19502674, WO-Patent Nr. 9306476 usw., die Strukturentwurf, Trennprinzip und Probenahmetechniken betreffen, wurde erteilt. Einige dieser Patente beschreiben die Verfahren eines Zugebens von Dotiermitteln und die zugeordneten Anwendungen.

[0009] PCT-Patente, wie z. B. das WO-Patent Nr. 2006129110 und das WO-Patent Nr. 2004102611, offenbaren Arten eines Zugebens chemischer Dotiermittel. Das Ionenbeweglichkeitsspektrometer, das in dem PCT-Patent WO-Pat. Nr. 2006129101 offenbart ist, setzt zumindest zwei Reservoirs zum Zuführen verschiedener Dotiermittel ein. Die Reservoirs sind mit einer Ionisierungskammer des Instruments verbunden. Eine Einlassöffnung ist an einer Seite einer selektiv permeablen Membran, die einem Probegaseinlass zugewandt ist, vorgesehen. So wird das Probegas in Kontakt mit den Dotiermitteln gebracht, bevor es ionisiert wird. Der Zirkulationsgasdurchlauf in dem Driftrohr und der Dotiergasdurchlauf sind voneinander getrennt. Das System, das in dem PCT-Patent WO-Pat. Nr. 2004102611 offenbart ist, weist ein Molekularsieb, das mit einem Dotiermittel dotiert ist, auf, das verwendet werden kann, um fortwährend ein ers-

tes Dotiermittel zuzuführen. Das System weist ferner zusätzliche Reservoirs auf, die verschiedene Dotiermittel beinhalten, um selektiv andere Dotiermittel zusätzlich zu dem ersten Dotiermittel mittels Schaltern in die Luft abzugeben.

[0010] Ferner weist die Vorrichtung, die in dem U.S.-Patent Nr. 6495824 offenbart ist, eine Mehrzahl von Reservoirs auf, die verschiedene Dotiermittel beinhalten, um selektiv unterschiedliche Dotiermittel gemäß Veränderungen an Erfassungssignalen in den Fluss des Trägergases zuzugeben. Die zugegebenen Dotiermittel reagieren mit Proben, um resultierende Addukt-Produkte mit unterschiedlichen Beweglichkeiten zu erzeugen. Eine Informationsbibliothek, die bekannte Reaktionsinformationen einer zu erfassenden Substanz mit unterschiedlichen Dotiermitteln beinhaltet, kann eingerichtet werden. Durch ein Vergleichen der Beobachtungsergebnisse und der Daten in der Informationsbibliothek für eine spezifische Kombination der Probe und verschiedener Dotiermittel kann bestimmt werden, ob die Probe die zu erfassende Substanz beinhaltet. In dem Patent WO/2007/082941 ist offenbart, dass eine zu analysierende Substanz mittels einer Atmosphärendruck-Ionisationsschnittstelle an dem Einlass des Instruments injiziert wird und unterdessen ein Zusatzstoff durch Zugabe desselben zu dem Vernebelungsgas eingeführt wird. Ein Dotierquellenmaterial wird mit einem Material zum Trocknen und Reinigen der Kreislaufgase/Dämpfe kombiniert, wie in dem U.S.-Patent Nr. 2002088936 gezeigt ist. In dem U.S.-Patent Nr. 5491337 ist offenbart, dass eine niedrige Konzentration eines Dotiermittels mit einem Trägergas in einem eingeschlossenen Behälter, der vor einem Probegaseinlass des Instruments angeordnet ist, gemischt wird und dann zusammen mit dem Probegas in die Ionisationskammer eingeführt wird. Wie in dem EP-Patent Nr. 1672363 offenbart ist, wird das Probegas mit dem Dotiergas gemischt, bevor es in das Instrument eintritt, oder das Dotiergas wird in das Driftgas zugegeben, um so das Problem, das durch Interferenz bewirkt wird, wenn das Ionenbeweglichkeitsspektrometer verwendet wird, um eine große Anzahl von Inertgasproben zu analysieren, zu beseitigen.

[0011] Die Patente WO 2006/123107, EP 0509171, US 5283199, US 5234838, US 5032721, DE 19609582, DE 10212110, WO 2007/085898 usw. beschreiben verschiedene Dotiermittel, die zur Analyse durch Ionenbeweglichkeitsspektrometrie zum Anpassen an unterschiedliche Anwendungen verwendet werden. Ein Dotiermittel, das beispielsweise Diamylketon beinhaltet, wird in einen Zirkulationsgasdurchgang zugegeben. Eine kleine Menge eines Dotiermittels Schwefeldioxid z. B. wird in eine zu erfassende Probe mittels eines temperaturgesteuerten permeablen Rohrs zugegeben. Aceton und Kohlenstofftetrachlorid beispielsweise können als Dotiermit-

tel in das Trägergas zugegeben werden, bevor die Probe injiziert wird. Eine kleine Menge substituierter Phenol-Dotiermittel (z. B. Methylsalicylat, 2-Hydroxyhypon) und Amin-Dotiermittel (z. B. Methylamin) beispielsweise wird mittels eines temperaturgesteuerten permeablen Rohrs in eine zu erfassende Probe zugegeben. Der Gehalt an Ammoniakgas in Gasmischungen z. B. wird durch Verwendung von Dimethylmethylphosphonat (DMMP) als Dotiermittel überwacht. Amide werden beispielsweise als Ionisierungsdotiermittel zugeführt, um Reaktant-Ionen zu erzeugen, und wechselwirken dann mit einer zu erfassenden Substanz für die Erfassung von Peroxid-Explosivstoffen.

[0012] **Fig. 2** stellt eine schematische Ansicht der Struktur eines Ionenbeweglichkeitsspektrometersystems unter Verwendung eines Dotiermittels im Stand der Technik dar.

[0013] Das Erfassungssystem weist eine Probezuführöffnung **21**, ein Driftrohr **20**, das eine Ionenquelle **10** beinhaltet, und ein Gasdurchgangssystem, das mit dem Driftrohr in Verbindung steht, auf. Eine Dotiermittelgasquelle **41** wird zum Liefern eines Dotiermitteldampfes, das durch das Trägergas oder das Driftgas in das System zugegeben wird, verwendet. Ein Probenahmesubstrat wird zum Auffangen einer bestimmten Menge einer Probe verwendet und wird zusammen mit der aufgefangenen Probe in die Probezuführöffnung des Driftrohrs geführt. In diesem weist das Gasdurchgangssystem eine Pumpe (nicht gezeigt) und ein Filter **34** auf. Ein Auslass des Gasdurchgangssystems steht in Verbindung mit einem Gaseinlass **31**, der an einem Ende einer Driftregion gegenüber von einer Ionisierungsregion angeordnet ist, bzw. einem Gaseinlass **32**, der an einer Position in der Ionisierungsregion angeordnet ist, die benachbart zu einer Ionenquelle ist, um einen sauberen Gasfluss, der als das Driftgas und das Probeträgergas, wie z. B. Luft, verwendet wird, zuzuführen. Ein Einlass des Gasdurchgangssystems steht in Verbindung mit einem Gasauslass **33**, der an einer Position in der Ionisierungsregion, die benachbart zu einem Ionentor ist, angeordnet ist, um die nichtionisierten Driftgas- und Trägergasmoleküle aus dem Driftrohr herauszuführen. Dann werden das nichtionisierte Driftgas und Trägergasmoleküle getrocknet und gereinigt, um zur Zirkulation in dem Gasdurchgangssystem verwendet zu werden. Anordnungen der Dotiermittelgasquelle **41** in dem Gasdurchgang, d. h. Arten einer Zugabe des Dotiermittels, können variiert werden. Die Dotiermittelgasquelle **41** kann in dem Trägergasdurchgang, der mit dem Gaseinlass **31** verbunden ist, oder in dem Driftgasdurchgang, der mit dem Gaseinlass **32** verbunden ist, angeordnet sein. Der erhaltene Dotiermitteldampf wird mit dem Driftgas oder dem Trägergas gemischt, um in das Driftrohr zu gelangen. Alternativ kann die Dotiermittelgasquelle **41** mit einer Trocknungs- und Reinigungsvorrichtung kombi-

niert werden und kann außerdem mit einer Probezuführvorrichtung (nicht gezeigt) verbunden sein. Üblicherweise sind die Probezuführöffnung und die Ionisierungsregion voneinander durch eine selektiv permeable Membran getrennt. Ein Dotiereinlass ist an einer Seite der selektiv permeablen Membran, die der Probezuführöffnung zugewandt ist, vorgesehen, so dass das Probegas vor einer Ionisierung in Kontakt mit dem Dotiermittel gebracht wird.

[0014] Im Stand der Technik ist es außerdem zusätzlich zu einer Gasquelle, die aus einer semipermeablen Membran hergestellt ist, um ein Dotiermittel zu beinhalten, nötig, die Temperatur der Gasquelle zu steuern, um eine bestimmte Menge des Dotiermittels unter Beibehaltung einer geeigneten Konzentration zuzuführen. So werden die Gasdurchgangsstruktur und der Ausrüstungsentwurf kompliziert. Ferner ist es, da das Dotiermittel fortwährend durch einen einzelnen Gasdurchgang zugeführt wird, schwierig, die schnelle und genaue Steuerung der Menge des Dotiermittels umzusetzen, wobei es leicht vorkommen kann, dass diese entweder aufgrund der Ansammlung des Dotiermittels in dem System zu hoch ist, oder aufgrund der Erschöpfung oder Agglomeration des Dotiermittels in dessen Quelle zu niedrig ist, wodurch die Empfindlichkeit der Erfassung beeinträchtigt wird. Zusätzlich müssen, da die meisten Dotiermittel korrosive Substanzen sind, die Dotiermittelgasquelle, der Gasdurchgang und zugeordnete Zubehöreile aus einem korrosionsbeständigen Material hergestellt sein. Dies erhöht zweifellos die Herstellungs- und Wartungskosten des Erfassungssystems.

Zusammenfassung der Offenbarung

[0015] Angesichts der oben erwähnten technischen Probleme zielt diese Offenbarung darauf ab, zumindest einen Aspekt von Mängeln und Problemen, die im Stand der Technik vorliegen, zu überwinden.

[0016] Eine Aufgabe dieser Offenbarung besteht darin, ein Ionenbeweglichkeitsspektrometer-(IMS-) Erfassungsverfahren unter Verwendung von Dotiermitteln bereitzustellen, bei dem es nicht nötig ist, eine Dotiermittelgasquelle in einem Gasdurchgangssystem bereitzustellen, wodurch die Nachteile dessen, dass ein komplizierter Gasdurchgangssystementwurf und Gasdurchgangsteile erforderlich sind, die aufgrund der Zugabe und Verwendung des Dotiermittels aus stark korrosionsbeständigen Materialien hergestellt sind, vermieden werden.

[0017] Eine weitere Aufgabe dieser Offenbarung besteht darin, ein Erfassungsverfahren mittels eines Ionenbeweglichkeitsspektrometers (IMS) unter Verwendung eines Dotiermittels bereitzustellen, bei dem eine geeignete Dosis des Dotiermittels mit einem Probenahmesubstrat kombiniert wird und zusammen mit einer Probe durch Probenahme- und Probezuführ-

vorgänge in das Spektrometer eingeführt wird, wodurch ein ähnlicher Dotiermittelzugabeeffekt erzielt wird wie in einem Fall, in dem die Dotiermittelgasquelle in dem System vorgesehen ist, und wodurch der Mangel, der im Stand der Technik existiert, dass es schwierig ist, die Menge des Dotiermittels aufgrund der Anhäufung des Dotiermittels in dem System genau zu steuern, vermieden wird.

[0018] Eine weitere Aufgabe dieser Offenbarung besteht darin, ein Ionenbeweglichkeitsspektrometer-(IMS-)Erfassungssystem unter Verwendung eines Dotiermittels bereitzustellen, bei dem es nicht nötig ist, eine Dotiermittelgasquelle in dem Gasdurchgang bereitzustellen, wodurch die Gesamtstruktur des Spektrometers vereinfacht wird und die Herstellungskosten des Systems reduziert werden.

[0019] Gemäß einem Aspekt dieser Offenbarung wird ein Erfassungsverfahren unter Verwendung eines Ionenbeweglichkeitsspektrometers (IMS) mit einem Dotiermittel bereitgestellt. Besagtes Ionenbeweglichkeitsspektrometer weist ein Driftrohr mit einer Probezuführöffnung und ein Gasdurchgangssystem, das mit demselben in Verbindung steht, auf. Das Gasdurchgangssystem weist eine Pumpe, eine Filtervorrichtung, einen Gaseinlass und einen Gasauslass, die an dem Driftrohr zum Bereitstellen eines sauberen Gases, das als das Driftgas und das Probeträgergas verwendet wird, auf. Das Erfassungsverfahren weist ein Bereitstellen eines Probenahmesubstrats zum Probeauffangen, Kombinieren des Dotiermittels mit dem Probenahmesubstrat, Auffangen einer Probe unter Verwendung des Probenahmesubstrats in Kombination mit dem Dotiermittel und Führen des Probenahmesubstrats, das die Probe aufgefangen hat, zur Erfassung zu der Probezuführöffnung des Ionenbeweglichkeitsspektrometers auf.

[0020] Vorzugsweise weist dieses Verfahren zum Kombinieren des Dotiermittels mit dem Probenahmesubstrat folgende Schritte auf: Herstellen einer Lösung des Dotiermittels, Einweichen des Probenahmesubstrats in die Dotiermittellösung und Herausnehmen des Probenahmesubstrats und Trocknen und Lagern desselben in einer abgeschlossenen Umgebung.

[0021] Vorzugsweise weist dieses Verfahren zum Kombinieren des Dotiermittels mit dem Probenahmesubstrat folgende Schritte auf: Herstellen einer Lösung des Dotiermittels und Zugeben von Tröpfchen der Dotiermittellösung zu einer Probeauffangregion des Probenahmesubstrats.

[0022] Vorzugsweise umfasst das Dotiermittel halogenierte Kohlenwasserstoffe und Nikotinamid.

[0023] Vorzugsweise sind die halogenierten Kohlenwasserstoffe Trichlormethan, aus dem eine Lösung

hergestellt wird, um eine Reinheit von 100% zu besitzen.

[0024] Vorzugsweise weist das Gasdurchgangssystem zwei Gaseinlässe, die an dem Driftrohr vorgesehen sind, durch die ein sauberes Gas zugeführt wird, um als das Driftgas bzw. das Probeträgergas verwendet zu werden, sowie einen Gasauslass auf, der an dem Driftrohr vorgesehen ist, um die nichtionisierten Driftgas- und Trägergasmoleküle aus dem Driftrohr herauszuführen.

[0025] Diese Offenbarung stellt außerdem ein Ionenbeweglichkeitsspektrometer-(IMS-)Erfassungssystem unter Verwendung eines Dotiermittels bereit. Das Erfassungssystem weist ein Ionenbeweglichkeitsspektrometer, das eine Probezuführöffnung, ein Driftrohr, das eine Ionenquelle beinhaltet, und ein Gasdurchgangssystem, das mit dem Driftrohr in Verbindung steht, umfasst, und das eine Pumpe, eine Filtervorrichtung und einen Gaseinlass und einen Gasauslass, die an dem Driftrohr vorgesehen sind, zum Zuführen eines sauberen Gases, das als das Driftgas und das Probeträgergas verwendet wird, aufweist, ein Probenahmesubstrat zum Auffangen der zu erfassenden Probe und ein Dotiermittel, das mit dem Probenahmesubstrat kombiniert wird, um zusammen mit dem Probenahmesubstrat, das die Probe aufgefangen hat, in die Probezuführöffnung des Driftrohrs eingeführt zu werden, auf.

[0026] Mit dem Erfassungsverfahren/-system gemäß dieser Offenbarung wird die gesamte Struktur des Instruments vereinfacht und die Dosis des Dotiermittels kann genau gesteuert werden.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0027] Diese und/oder andere Aspekte und Vorteile dieser Offenbarung werden unter Bezugnahme auf die folgende Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele in Verbindung mit den beiliegenden Zeichnungen ersichtlich werden und sind so ohne weiteres verständlich. Es zeigen:

[0028] [Fig. 1](#) eine schematische Ansicht der grundlegenden Struktur des Driftrohrs;

[0029] [Fig. 2](#) eine schematische Ansicht der Struktur des Ionenbeweglichkeitsspektrometers des Stands der Technik;

[0030] [Fig. 3](#) eine schematische Ansicht der Struktur des Ionenbeweglichkeitsspektrometers gemäß der Erfindung;

[0031] [Fig. 4](#) ein schematisches Flussdiagramm eines Ausführungsbeispiels des IMS-Erfassungsverfahrens gemäß der Erfindung; und

[0032] Fig. 5a bis Fig. 5d Vergleiche in der Wirkung der erfassten Spektren, die aus einem Ausführungsbeispiel des IMS-Erfassungsverfahrens gemäß der Erfindung erhalten werden.

Detaillierte Beschreibung des bevorzugten Ausführungsbeispiels

[0033] Die vorliegende Erfindung wird unten unter Bezugnahme auf spezifische Ausführungsbeispiele erläutert. Ein Fachmann kann die Struktur, Vorteile und Wirkungen dieser Offenbarung ohne weiteres anhand der Offenbarung der folgenden Ausführungsbeispiele verstehen.

[0034] Bezug nehmend auf Fig. 4 wird das Flussdiagramm eines Ionenbeweglichkeitsspektrometers (IMS) und eines Verfahrens zum Verwenden von Dotiermitteln wie folgt erläutert.

[0035] Bei dem Ionenbeweglichkeitsspektrometer (IMS)-Erfassungsverfahren unter Verwendung eines Dotiermittels gemäß der vorliegenden Erfindung weist das verwendete Ionenbeweglichkeitsspektrometer eine Probezuführvorrichtung, ein Driftrohr und ein Gasdurchgangssystem, das mit dem Driftrohr in Verbindung steht (das unter Bezugnahme auf Fig. 3 später beschrieben werden wird), auf. Bezug nehmend auf Fig. 4 weist das Erfassungsverfahren gemäß dieser Erfindung folgende Schritte auf: Bereitstellen eines Probenahmesubstrats zum Probeauffangen bei Schritt S100; Kombinieren des Dotiermittels mit dem Probenahmesubstrat bei Schritt S200; Auffangen der Probe unter Verwendung des Probenahmesubstrats in Kombination mit dem Dotiermittel bei Schritt S300; und Einführen des Probenahmesubstrats, das die Probe aufgefangen hat, in eine Probezuführöffnung des Ionenbeweglichkeitsspektrometers zur Erfassung bei Schritt S400.

[0036] Bei Schritt S100 wird das Probenahmesubstrat bereitgestellt. Das Probenahmesubstrat kann ein beliebiges geeignetes Substrat, das im Stand der Technik bekannt ist, das aus Strickware, Baumwollgewebe, Teflon, Glasgeflecht oder Glasfaser und dergleichen hergestellt ist, sein. Das Probenahmesubstrat selbst sollte keine Verunreinigungsquelle beinhalten und sollte nicht gefärbt oder koloriert sein. Ferner sollte kein Faser- oder Baumwollfaden zum Abtropfen während des Vorgangs vorliegen. Das Material für das Substrat sollte stark temperaturbeständig sein, über eine gute chemische Trägheit verfügen, sowie mechanische Festigkeit und Verformungselastizität, und sollte ohne weiteres für Probenahme- und Probezuführvorgänge verwendet werden können. Außerdem kann das Material chemisch behandelt sein, um seine Absorptionsfähigkeit für die Probe zu verbessern und seine Desorptionswirksamkeit zu erhöhen.

[0037] Bei Schritt S200 wird das oben erwähnte Probenahmesubstrat mit einem Dotiermittel, das zur Erfassung verwendet werden soll, kombiniert. Eine derartige Kombination kann in verschiedenen Weisen erfolgen. Wie z. B. bei den Schritten S210, S230 und S250 links in Fig. 4 gezeigt ist, wird eine Lösung des Dotiermittels zuerst mit einer bestimmten Konzentration, die eine Konzentration von 100% umfasst (reines Dotiermittel in einem flüssigen Zustand), hergestellt und dann wird das spezifische bei Schritt S100 bereitgestellte Probenahmesubstrat für einen vorbestimmten Zeitraum in die Dotiermittellösung eingeweicht; und schließlich wird das eingeweichte Probenahmesubstrat aus der Dotiermittellösung herausgenommen und zum Trocknen in einen abgeschlossenen Behälter gegeben. Danach wird das getrocknete Probenahmesubstrat schnell für eine spätere Verwendung abgedichtet.

[0038] Alternativ kann die oben erwähnte Kombination so durchgeführt werden, wie bei Schritten S220 und S240 rechts in Fig. 4 gezeigt ist. Eine Lösung des Dotiermittels wird zuerst mit einer bestimmten Konzentration, einschließlich einer Konzentration von 100% (reines Dotiermittel in einem flüssigen Zustand), hergestellt und in eine zweckgebundene Reagenzflasche abgedichtet. Dann wird die geeignete Dosis der Dotiermittellösung vor der Erfassung auf eine Probeauffangregion des Probenahmesubstrats aufgetragen.

[0039] Wie unter Beschreibung der verwandten Technik dargelegt wurde, ist es, da die Dosis des Dotiermittels den Trenneffekt der Ionenspitzen in den resultierenden Erfassungsspektren beeinflusst, nötig, das Probenahmesubstrat bei Schritt S200 mit einer geeigneten Menge des Dotiermittels zu kombinieren. Offensichtlich kann, wenn die Kombination durch die Schritte S210, S230 und S250 links in Fig. 4 durchgeführt wird, das Probenahmesubstrat, kombiniert mit der geeigneten Menge des Dotiermittels, erzielt werden, indem die Konzentration der Dotiermittellösung, die bei Schritt S210 hergestellt wurde, der Typ des Materials für das Probenahmesubstrat, das bei Schritt S230 bereitgestellt wird, und die Eintauchdauer bei Schritt S250 verändert werden. Wenn die Schritte rechts in Fig. 4 durchgeführt werden, kann eine geeignete Kombination des Probenahmesubstrats mit dem Dotiermittel durch Verändern der Konzentration der bei Schritt S210 hergestellten Dotiermittellösung und/oder der Menge der auf die Probeauffangregion des Probenahmesubstrats aufgetragenen Dotiermittellösung erzielt werden.

[0040] Danach wird, wie bei Schritt S300 beschrieben ist, die Probe unter Verwendung des Probenahmesubstrats in Kombination mit der geeigneten Menge des Dotiermittels aufgefangen. Während dieses Vorgangs ist, obwohl das verwendete Probenahmesubstrat das Dotiermittel beinhaltet, das sich

von dem im Stand der Technik bekannten Probenahmesubstrat unterscheidet, der Auffangvorgang im Wesentlichen identisch zu dem der bereits aus dem Stand der Technik bekannt ist. Deshalb wird die detaillierte Erläuterung für Schritt S300 hier weggelassen.

[0041] Schließlich wird, wie bei Schritt S400 beschrieben ist, das Probenahmesubstrat, das die Probe aufgefangen hat, in die Probezuführöffnung des Ionenmobilitätsspektrometers (im Folgenden beschrieben) eingeführt, um das Spektrum zu erhalten.

[0042] Eine Struktur eines Ionenbeweglichkeitsspektrometer-Erfassungssystems unter Verwendung eines Dotiermittels gemäß dieser Erfindung ist unten unter Bezugnahme auf [Fig. 3](#) beschrieben.

[0043] Das Ionenbeweglichkeitsspektrometer-Erfassungssystem weist ein Ionenbeweglichkeitsspektrometer, das eine Probezuführöffnung **210**, ein Driftrohr **200**, das eine Ionenquelle **100** beinhaltet, und ein Gasdurchgangssystem, das mit dem Driftrohr in Verbindung steht, aufweist, ein Probenahmesubstrat zum Auffangen einer zu erfassenden Probe und ein Dotiermittel, das mit dem Probenahmesubstrat kombiniert wird, um so zusammen mit dem Probenahmesubstrat, das die Proben aufgefangen hat, in die Probezuführöffnung des Driftrohrs eingeführt zu werden, auf.

[0044] Um leicht mit dem unter Beschreibung der verwandten Technik eingeführten Stands der Technik verglichen zu werden, verwendet das Gasdurchgangssystem gemäß dieser Erfindung einen Trägergasdurchgang und einen Driftgasdurchgang, die die gleichen Strukturen wie diejenigen, die aus dem Stand der Technik bekannt sind, aufweisen, ist jedoch nicht darauf eingeschränkt. Insbesondere weist das Gasdurchgangssystem gemäß dieser Erfindung eine Pumpe (nicht gezeigt) und eine Filtervorrichtung **340** auf. Der Auslass des Gasdurchgangssystems steht mit einem Gaseinlass **310**, der an einem Ende einer Driftregion gegenüber einer Ionisierungsregion angeordnet ist, bzw. einem Gaseinlass **320**, der an einer Position in der Ionisierungsregion, die benachbart zu der Ionenquelle ist, angeordnet ist, in Verbindung, um saubere Luft, die als das Driftgas bzw. das Probeträgergas verwendet wird, zuzuführen. Der Einlass des Gasdurchgangssystems steht mit einem Gasauslass **330**, der an einer Position in der Ionisierungsregion, die benachbart zu einem Ionenentor ist, angeordnet ist, in Verbindung, um nichtionisierte Driftgas- und Trägergasmoleküle aus dem Driftrohr herauszuführen. Dann werden die nichtionisierten Driftgas- und Trägergasmoleküle getrocknet und gereinigt, um zur Zirkulation in dem Gasdurchgangssystem verwendet zu werden.

[0045] Verglichen mit dem Stand der Technik besteht bei dieser Offenbarung (1) kein Bedarf, eine Dotiermittelgasquelle in dem Gasdurchgangssystem bereitzustellen, und (2) das Probenahmesubstrat, das in die Probezuführöffnung des Driftrohrs eingeführt wird, beinhaltet nicht nur die mit demselben getragene Probe, sondern auch eine geeignete Menge des Dotiermittels.

[0046] Unter Bezugnahme auf die [Fig. 4](#) und [Fig. 3](#) sind die Struktur des IMS-Systems und das Flussdiagramm des Erfassungsverfahrens desselben gemäß dieser Erfindung schematisch beschrieben. Das Erfassungsverfahren/-system gemäß dieser Erfindung kombiniert das Probenahmesubstrat kreativ mit dem Dotiermittel, was zu einer vereinfachten Gesamtstruktur des Systems und einer leichteren und genaueren Steuerung der Dosis des Dotiermittels führt.

[0047] Wie unter Beschreibung der verwandten Technik eingeführt wurde, kann das Ionenbeweglichkeitsspektrometer-Erfassungsverfahren/-system gemäß dieser Erfindung auf verschiedene Gebiete, wie z. B. die Erfassung von Drogen, Explosivstoffen und chemischen Kampfstoffen, angewendet werden. Da unterschiedliche Anwendungsgebiete unterschiedliche Zielsubstanzen betreffen, werden verschiedene Typen von Dotiermitteln verwendet, einschließlich halogenierter Kohlenwasserstoffe, wie z. B. Trichloromethan, und Amide, wie z. B. Nikotinamid, usw.

[0048] Unten erfolgt eine Beschreibung, um zu erläutern, wie das Probenahmesubstrat mit dem Dotiermittel in dem Erfassungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung zu kombinieren ist, d. h. wie Schritt S200 in [Fig. 4](#) umzusetzen ist, indem Hexogen (RDX) als Probebeispiel und Trichloromethan als Dotiermittelbeispiel herangezogen werden.

[0049] Alternativ wird gemäß dem Verfahren, das rechts in [Fig. 4](#) gezeigt ist, ebenso zuerst Trichloromethan mit einer Konzentration von 100% erhalten und dann wird ein bestimmtes Volumen an Trichloromethan-Primärflüssigkeit unter Verwendung einer Pipette auf eine Probeauffangregion des Probenahmesubstrats, hergestellt aus einem Fasermaterial, getropft.

[0050] Bei obigem Beispiel kann ein Fachmann erkennen, dass, da das während der Erfassung verwendete Dotiermittel ein flüssiges Dotiermittel sein kann, wie z. B. Dichloroethan und Dichloromethan, oder ein festes Dotiermittel, wie z. B. Hexachloroethan und Nikotinamid usw., ein festes Dotiermittel, das in einem geeigneten Lösungsmittel gelöst ist, in den meisten Fällen verwendet wird, obwohl die Primärflüssigkeit in einem Fall verwendet werden kann, in dem flüssiges Trichloromethan als Dotiermittel genommen wird. Ferner ist es selbst für ein flüssiges Dotiermittel auch möglich, in Anbetracht einer Dotier-

dosis eine Lösung mit einer geringeren Konzentration anstelle einer Primärflüssigkeit zu verwenden usw.

[0051] Indem Hexogen (RDX) als ein Probebeispiel und Trichloromethan als ein Dotiermittelbeispiel genommen werden, sind Vergleiche zwischen Ionenbeweglichkeitsspektren, die vor und nach der Kombination des Probenahmesubstrats mit dem Dotiermittel erhalten werden, durch ein Folgen des Verfahrens rechts in [Fig. 4](#) durchgeführt, gemäß dem Erfassungsverfahren dieser Offenbarung unter Bezugnahme auf die [Fig. 5a–Fig. 5d](#) dargestellt. In den Spektren zeigt die horizontale Koordinate eine Driftzeit an und die vertikale Koordinate zeigt eine Ionenstromstärke an. Durch ein Vergleichen der Ergebnisse vor und nach einem Kombinieren des Dotiermittels mit dem Probenahmesubstrat ist eine Verbesserung bei der Empfindlichkeit und Selektivität für die Erfassung von RDX, die durch die Zugabe des Dotiermittels bewirkt wird, zu beobachten.

[0052] [Fig. 5a](#) zeigt ein Erfassungsspektrum, das erhalten wird, wenn kein Probenahmesubstrat, das sowohl das Dotiermittel als auch die Probe trägt, eingeführt wird, und das nur eine Reaktantionenspitze, die den Luftmolekülen entspricht, beinhaltet.

[0053] [Fig. 5b](#) zeigt ein Erfassungsspektrum, das durch Aufbringen einer bestimmten Menge einer RDX-Probe auf ein Probenahmesubstrat, das nicht mit dem Dotiermittel kombiniert ist, und darauffolgendes Einführen des Probenahmesubstrats in die Probezuführöffnung des Spektrometers erhalten wird, bei dem eine RDX-Probespitze zusätzlich zu der Reaktantionenspitze, die den Luftmolekülen entspricht, zu beobachten ist.

[0054] [Fig. 5c](#) zeigt ein Erfassungsspektrum, das durch Einführen eines Probenahmesubstrats, das mit dem Dotiermittel kombiniert wurde und nicht mit der Probe versorgt ist, in die Probezuführöffnung des Spektrometers erhalten wird, bei dem die Reaktantionenspitze, die den Luftmolekülen entspricht, und die Reaktantionenspitze, die den Dotiermittelmolekülen entspricht, in etwa die gleiche Höhe besitzen.

[0055] [Fig. 5d](#) zeigt ein Erfassungsspektrum, das durch die Einführung eines Probenahmesubstrats in Kombination mit dem Dotiermittel, das die gleiche Menge der RDX-Probe wie in [Fig. 5b](#) beinhaltet, erhalten wird, bei dem aufgrund der Zugabe des Dotiermittels die Höhe der RDX-Spitze deutlich erhöht ist und die Form der Spitze erkennbar verbessert ist.

[0056] Es ist aus den [Fig. 5a–Fig. 5d](#) zu erkennen, dass das Erfassungsverfahren gemäß dieser Erfindung Spektren mit guten Trennwirkungen bereitstellen kann. Offensichtlich kann für andere Proben und deren entsprechende Dotiermittel eine genaue Erfassung auch durch geeignetes Einstellen der Men-

ge des Dotiermittels, die mit dem Probenahmesubstrat kombiniert werden soll, erzielt werden. Es ist für einen Fachmann auf dem Gebiet zu erkennen, dass zwei Dotiermittel, die gegenseitig löslich sind und nicht miteinander reagieren, als eine Lösung mit einer „entsprechenden Konzentration oder geeigneten Konzentration“ verwendet werden können, um das Probenahmesubstrat einzuweichen. Die Kombination kann auch durch Tropfen der Dotiermittellösung auf das Probenahmesubstrat, das in dem entsprechenden Lösungsmittel eingeweicht wurde, erzielt werden, um an den Fall anzupassen, in dem verschiedene Dotiermittel während einer Erfassung erforderlich sind. In diesem Fall ist dies, obwohl der Kombinationsvorgang kompliziert sein kann, in Betracht der Vereinfachung der Gesamtstruktur des Erfassungssystems gemeinsam mit einer leichten und genaueren Steuerung des Dotiermittels dennoch merklich. Angesichts der Lehre aus den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen kann ein Fachmann auf dem Gebiet Betriebsparameter in anderen Kombinationsverfahren, einschließlich der Zusammensetzung einer Dotiermittellösung, Einweichdauer usw., durch eine eingeschränkte Anzahl von Experimenten erfahren.

[0057] Deshalb ist „die Kombination eines Probenahmesubstrats mit Dotiermitteln“ gemäß der vorliegenden Erfindung nicht auf die einmalige Kombination mit Trichloromethan, wie in dem Ausführungsbeispiel beschrieben wurde, eingeschränkt, sondern weist eine einzelne oder mehrere Kombinationen mit anderen Dotiermitteln, die im Stand der Technik bekannt sind, auf. Ferner ist dies nicht auf die Kombination mit flüssigen Dotiermitteln eingeschränkt, sondern weist auch die Kombination mit Dotiermitteln in einem beliebigen Zustand auf.

Zusammenfassung

[0058] Offenbart ist ein Ionenbeweglichkeitsspektrometer-(IMS-)Erfassungsverfahren unter Verwendung von Dotiermitteln. Das Ionenbeweglichkeitsspektrometer weist eine Probezuführvorrichtung, ein Driftrohr und ein Gasdurchgangssystem, das mit demselben in Verbindung steht, auf. Das Gasdurchgangssystem weist eine Pumpe, eine Filtervorrichtung, einen Gaseinlass und einen Gasauslass, die an dem Driftrohr vorgesehen sind, zum Bereitstellen sauberen Gases, das als das Driftgas bzw. das Probeträgergas verwendet wird, auf. Das Erfassungsverfahren weist folgende Schritte auf: Bereitstellen eines Probenahmesubstrats zum Probeauffangen; Kombinieren der Dotiermittel mit dem Probenahmesubstrat; Auffangen der Probe unter Verwendung des Probenahmesubstrats in Kombination mit den Dotiermitteln; und Einführen des Probenahmesubstrats, das die Probe aufgefangen hat, zur Erfassung in die Probezuführöffnung des Ionenbeweglichkeitsspektrometers. Mit diesem Verfahren ist es nicht

nötig, einen unabhängigen Dotiermittelgasdurchgang bereitzustellen, wodurch die Struktur des Instruments vereinfacht wird und es unterdessen leichter und genauer gemacht wird, die Menge der Dotiermittel, die zur Erfassung erforderlich sind, zu steuern.

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

- CN 2010/074932 [[0001](#)]
- US 3699333 [[0003](#)]
- US 4777363 [[0003](#)]
- US 4311669 [[0008](#)]
- US 4551624 [[0008](#)]
- DE 19502674 [[0008](#)]
- WO 9306476 [[0008](#)]
- WO 2006129110 [[0009](#)]
- WO 2004102611 [[0009](#), [0009](#)]
- WO 2006129101 [[0009](#)]
- US 6495824 [[0010](#)]
- WO 2007/082941 [[0010](#)]
- US 2002088936 [[0010](#)]
- US 5491337 [[0010](#)]
- EP 1672363 [[0010](#)]
- WO 2006/123107 [[0011](#)]
- EP 0509171 [[0011](#)]
- US 5283199 [[0011](#)]
- US 5234838 [[0011](#)]
- US 5032721 [[0011](#)]
- DE 19609582 [[0011](#)]
- DE 10212110 [[0011](#)]
- WO 2007/085898 [[0011](#)]

Patentansprüche

1. Ein Ionenbeweglichkeitsspektrometer-(IMS-) und Erfassungsverfahren unter Verwendung von Dotiermitteln, wobei das Ionenbeweglichkeitsspektrometer ein Driftrohr mit einer Probezuführöffnung und ein Gasdurchgangssystem, das mit demselben in Verbindung steht, aufweist, wobei das Gasdurchgangssystem eine Pumpe, eine Filtervorrichtung und einen Gaseinlass und einen Gasauslass, die an dem Driftrohr vorgesehen sind, zum Bereitstellen sauberen Gases, das als das Driftgas bzw. das Probeträgergas verwendet wird, aufweist, und das Erfassungsverfahren folgende Schritte aufweist:
Bereitstellen eines Probenahmesubstrats zum Probeauffangen;
Kombinieren der Dotiermittel mit dem Probenahmesubstrat;
Auffangen der Probe unter Verwendung des Probenahmesubstrats in Kombination mit den Dotiermitteln; und
Einführen des Probenahmesubstrats, das die Probe aufgefangen hat, zur Erfassung in die Probezuführöffnung des Ionenbeweglichkeitsspektrometers.

2. Das Erfassungsverfahren gemäß Anspruch 1, bei dem das Kombinieren der Dotiermittel mit dem Probenahmesubstrat folgende Schritte aufweist:
Herstellen einer Lösung der Dotiermittel, Einweichen des Probenahmesubstrats in die Dotiermittellösung und Herausnehmen und Trocknen des Probenahmesubstrats.

3. Das Erfassungsverfahren gemäß Anspruch 1, bei dem das Kombinieren der Dotiermittel mit dem Probenahmesubstrat folgende Schritte aufweist:
Herstellen einer Lösung der Dotiermittel und Zugeben der Dotiermittellösung in Tröpfchen auf eine Probeauffangregion des Probenahmesubstrats.

4. Das Erfassungsverfahren gemäß Anspruch 2 oder 3, bei dem die Substanzen, die als Dotiermittel verwendet werden, halogenierte Kohlenwasserstoffe, Nikotinamid, Aceton und Ammoniakwasser umfassen.

5. Das Erfassungsverfahren gemäß Anspruch 4, bei dem ein repräsentativer halogenierter Kohlenwasserstoff Trichloromethan ist, wovon eine Lösung mit einer Reinheit von 100% hergestellt wird.

6. Das Erfassungsverfahren gemäß Anspruch 4, bei dem das Gasdurchgangssystem folgende Merkmale aufweist:
zwei Gaseinlässe, die an dem Driftrohr vorgesehen sind, durch die sauberes Gas, das als das Driftgas bzw. das Probeträgergas verwendet wird, zugeführt wird, und einen Gasauslass, der an dem Driftrohr vorgesehen ist, zum Herausführen der nichtionisierten Driftgas- und Trägergasmoleküle aus dem Driftrohr.

7. Das Erfassungsverfahren gemäß Anspruch 6, bei dem das Trägergas reinen Stickstoff oder gereinigte Luft aufweist.

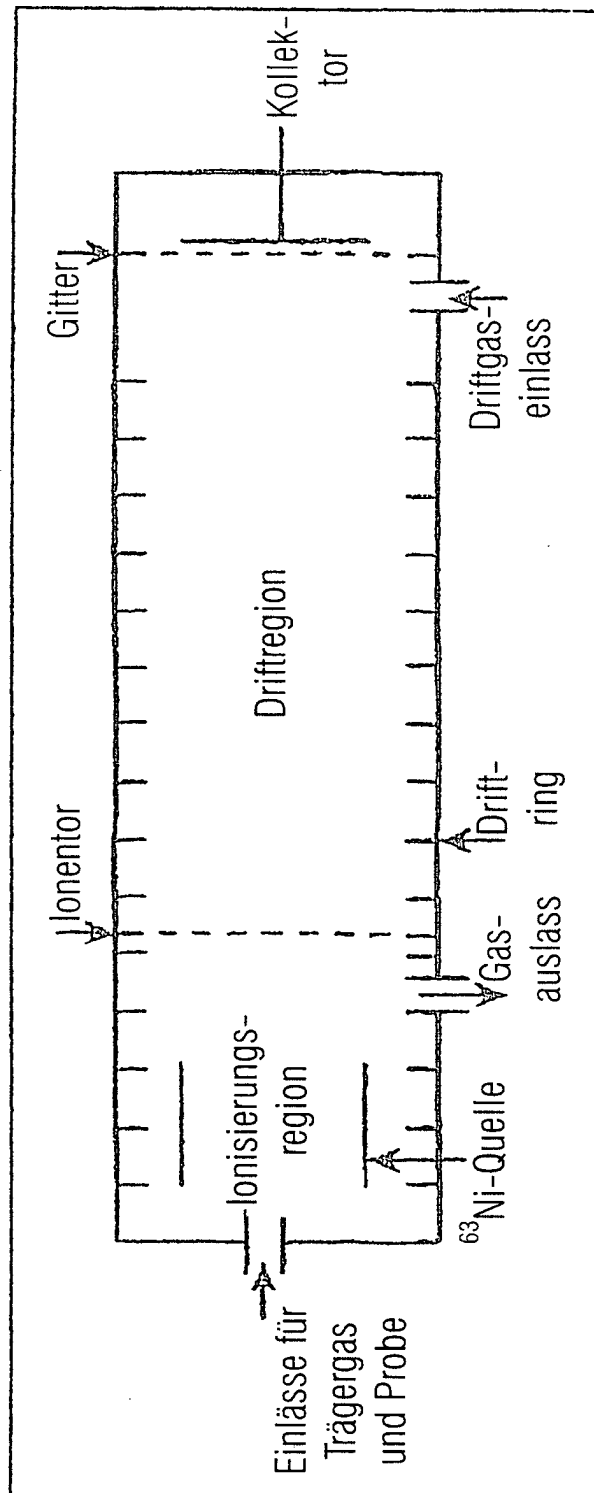
8. Ein Ionenbeweglichkeitsspektrometer-(IMS-)Erfassungssystem unter Verwendung von Dotiermitteln, das folgende Merkmale aufweist:
ein Ionenbeweglichkeitsspektrometer, das eine Ionenquelle, ein Driftrohr mit einer Probezuführöffnung und ein Gasdurchgangssystem, das mit dem Driftrohr in Verbindung steht, umfasst, wobei das Gasdurchgangssystem eine Pumpe, eine Filtervorrichtung, einen Gaseinlass und einen Gasauslass, die an dem Driftrohr vorgesehen sind, zum Zuführen sauberer Luft, die als das Driftgas bzw. das Probeträgergas verwendet wird, aufweist;
ein Probenahmesubstrat zum Auffangen der zu erfassenden Probe; und
Dotiermittel, die mit dem Probenahmesubstrat kombiniert sind, um zusammen mit dem Probenahmesubstrat, das die Probe aufgefangen hat, in die Probezuführöffnung des Instruments eingeführt zu werden.

9. Das Erfassungssystem gemäß Anspruch 8, bei dem das Gasdurchgangssystem folgende Merkmale aufweist:
zwei Gaseinlässe, die an dem Driftrohr vorgesehen sind, durch die sauberes Gas, das als das Driftgas bzw. das Probeträgergas verwendet wird, zugeführt wird, und einen Gasauslass, der an dem Driftrohr vorgesehen ist, zum Herausführen der nichtionisierten Driftgas- und Trägergasmoleküle aus dem Driftrohr.

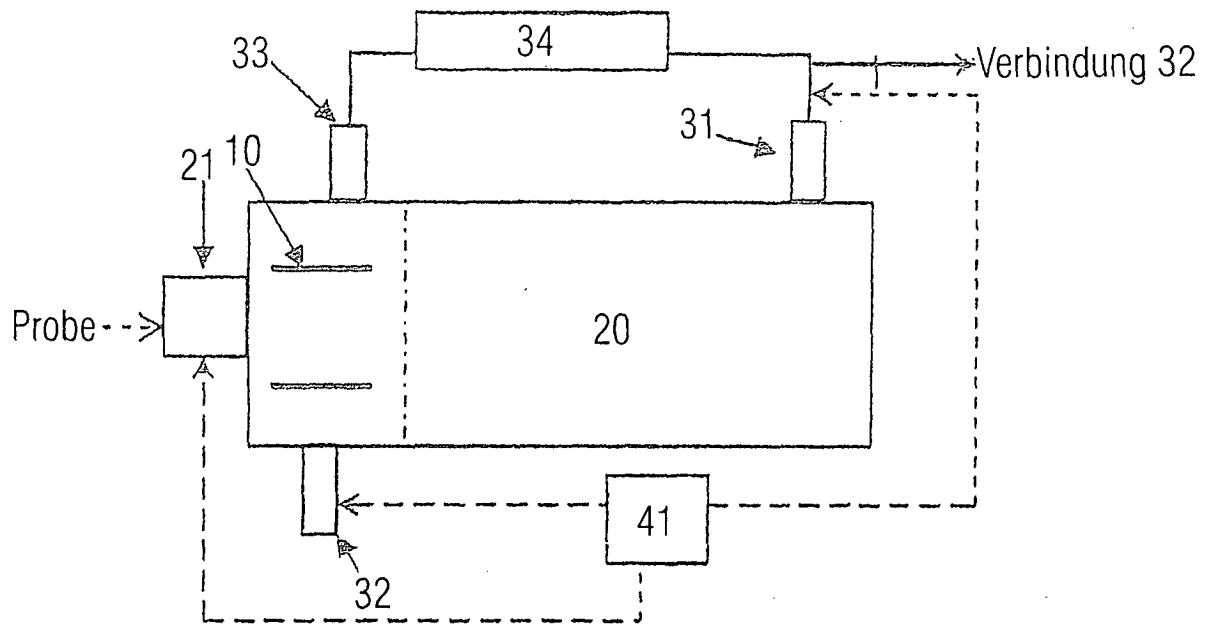
10. Das Erfassungssystem gemäß Anspruch 9, bei dem das Trägergas reinen Stickstoff oder gereinigte Luft aufweist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

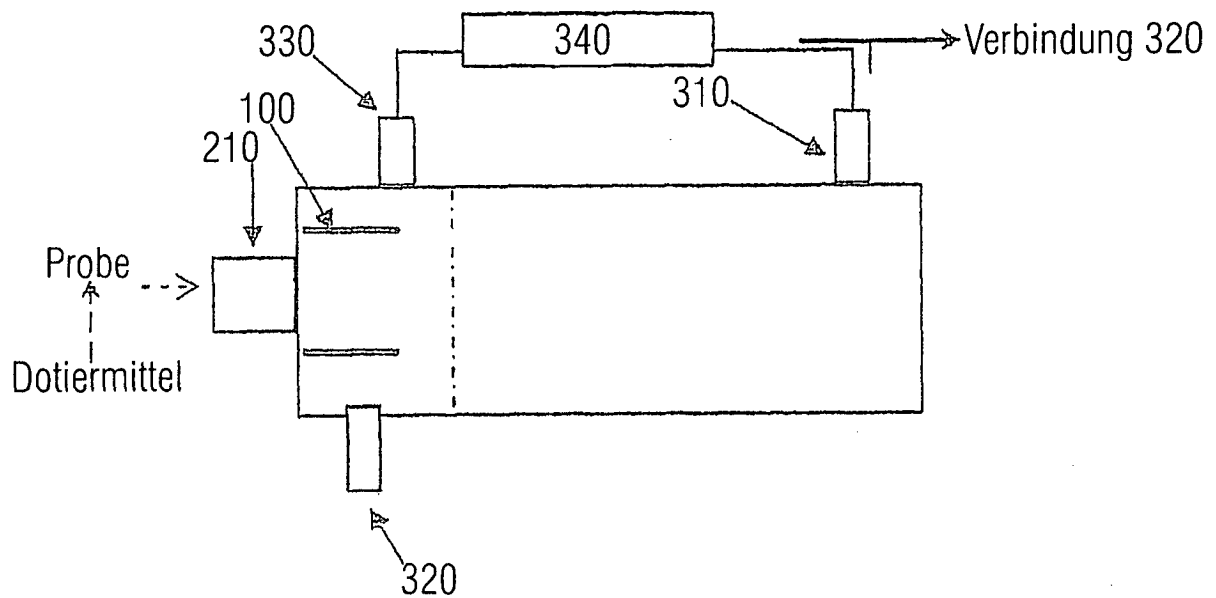
Anhängende Zeichnungen



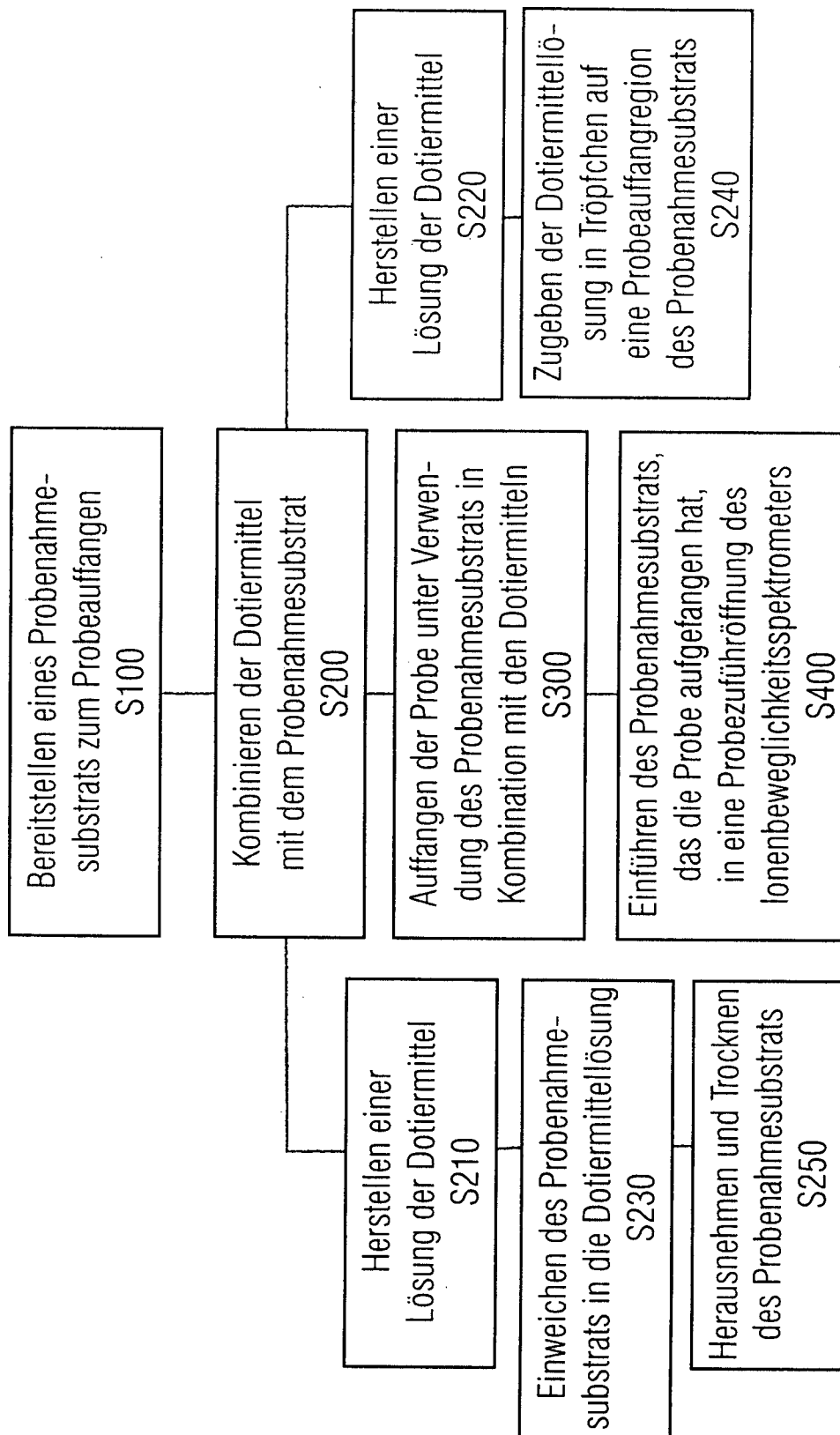
FIGUR 1



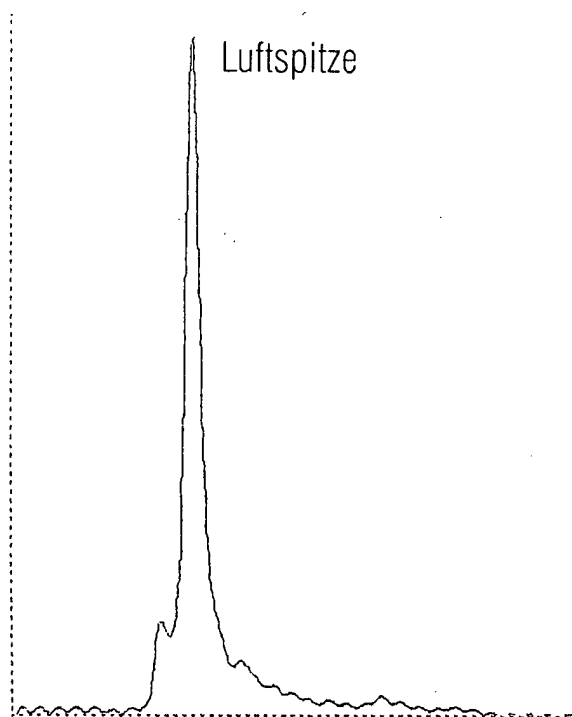
FIGUR 2



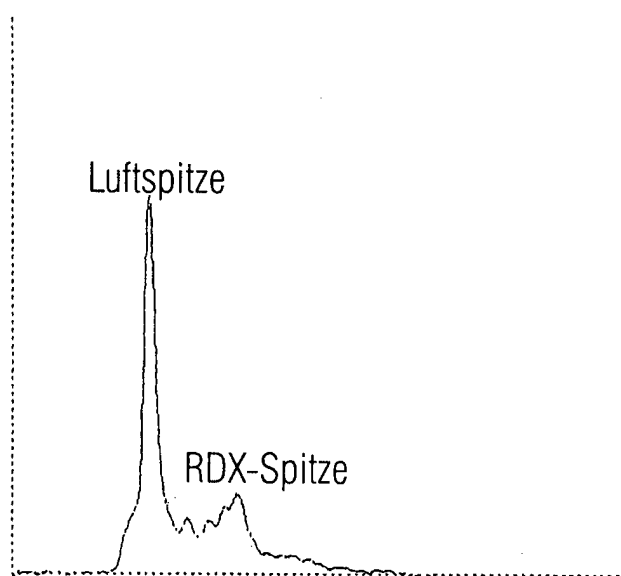
FIGUR 3



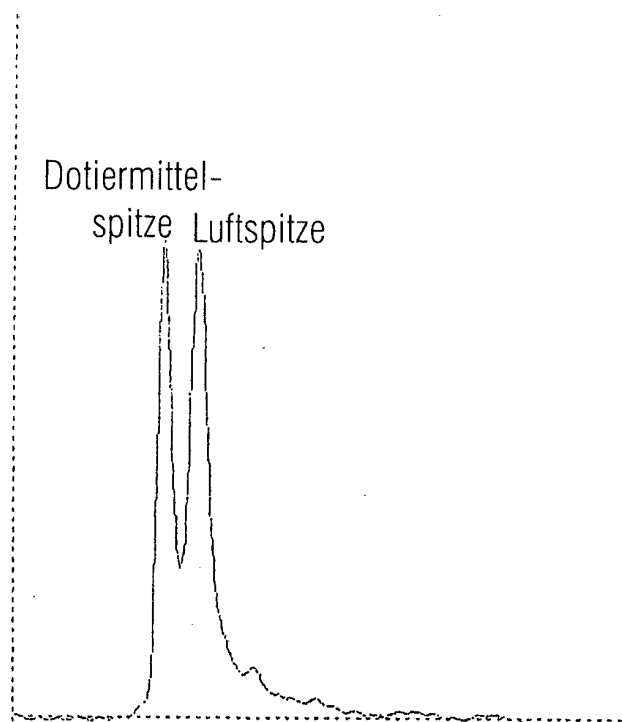
FIGUR 4



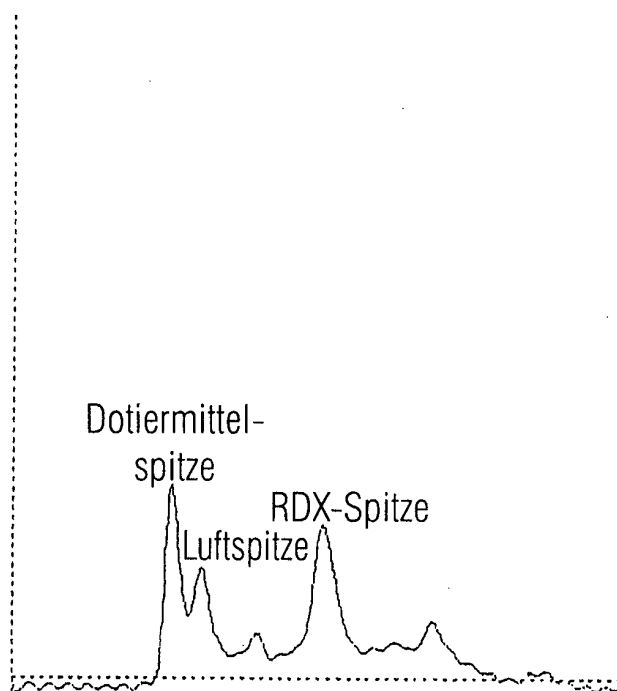
FIGUR 5A



FIGUR 5B



FIGUR 5C



FIGUR 5D