



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 29 690 T2** 2006.07.20

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 079 773 B1**

(51) Int Cl.⁸: **A61F 7/00** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 29 690.0**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US99/11289**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 925 738.9**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 1999/059508**

(86) PCT-Anmeldetag: **21.05.1999**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **25.11.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **07.03.2001**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **01.02.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **20.07.2006**

(30) Unionspriorität:

83005 21.05.1998 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI,
NL, PT, SE**

(73) Patentinhaber:

Tempra Technology, Inc., Bradenton, Fla., US

(72) Erfinder:

**SABIN, W., Martin, Sarasota, FL 34243, US; SABIN,
M., Cullen, Cortez, FL 34215, US**

(74) Vertreter:

**WUESTHOFF & WUESTHOFF Patent- und
Rechtsanwälte, 81541 München**

(54) Bezeichnung: **SELBSTREGULIERTER WÄRMEPACK**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft Selbsterwärmungsvorrichtungen zur Vorsehung von Erwärmung durch exotherme chemische Reaktionen.

[0002] Kompakte Selbsterwärmungsvorrichtungen, die Wärme durch exotherme chemische Reaktionen erzeugen, sind im Fachbereich bekannt. Das US-Patent Nr. 4 397 315 offenbart eine Vorrichtung mit einer äußeren Hülle und einer inneren Hülle, wobei die äußere Hülle Natriumthiosulfat enthält und die innere Hülle Ethylenglykol enthält. Die Wände der inneren Hülle sind zerreißbar, was ein Vermischen der Inhalte von jeder Hülle ermöglicht. Das US-Patent Nr. 5 035 230 offenbart eine Wärmepackung mit zwei durch eine zerbrechliche Versiegelung voneinander getrennten Kammern. Mit Natriumsilikat beschichtetes Kaliumpermanganat-Oxidationsmittel ist in einer Zone der Wärmepackung vorgesehen, und wässriger Ethylenglykol-Brennstoff ist in der anderen Zone vorgesehen. Beim Betrieb der Vorrichtung wird die Versiegelung unter Druck gesetzt, um die Reaktanten miteinander in Kontakt kommen zu lassen.

[0003] Vorrichtungen zur Erzeugung von Wärme oder Kälte durch Verdünnungswärme anstatt durch chemische Reaktion sind ebenfalls bekannt. Das US-Patent Nr. 3 804 077 beschreibt eine Wärmepackung, die Kalziumchlorid, eine wasserlösliche Chemikalie und Stärke, ein Geliermittel in einer Zone und Wasser in einer anderen Zone, enthält.

[0004] Ein charakteristisches Merkmal einer Wärmepackung ist die Erzielung einer Betriebstemperatur, wie auf der Oberfläche der Wärmepackung gemessen. Die Betriebstemperatur hängt vom Gleichgewicht zwischen der Erwärmungsrate (Wärmeerzeugungsrate) und der Kühlungsrate (Wärmeübertragung an die Umgebung) ab. Bei den besten Wärmepackungen des Stands der Technik haben das Vorhandensein oder Fehlen eines w rmeabsorbierenden Körpers außerhalb der Wärmepackung und die Rate des Wärmeverlusts nicht den Verlauf der exothermen chemischen Reaktion beeinträchtigt. Auf diese Weise erreichte eine Wärmepackung des Stands der Technik ein stabiles Gleichgewicht zwischen der Wärmeerzeugung innerhalb der Packung und der Wärmeübertragung an die Umgebung der Packung nur für eine gewünschte oder geplante Wärmeverlustrate. Die geplante Wärmeverlustrate tritt nicht in jedem Fall auf. Insbesondere wenn die Wärmeübertragung an die Umgebung geringer ist als wie geplant beabsichtigt (eine schlecht gekühlte Packung), sind die Wärmeerzeugungsrate in der Packung und der sich daraus ergebende Temperaturanstieg relativ gesehen zu hoch in diesem Fall. Situationen, in welchen ein geringer als geplant ausfallender Wärmeverlust auftreten kann, sind eine hohe Umgebungstemperatur oder eine geringe Wärmemenge in der Wärmesenke bzw. dem W rmeabf hrelement (niedriges ΔT). Eine andere Situation ist ein schlechter physischer Kontakt mit einer Wärmesenke (niedriger Wärmeübertragungskoeffizient). Bei schlechter Kühlung neigen Packungen des Stands der Technik zur Erzeugung von höheren Temperaturen als gewünscht und ein ungewünschter Druckaufbau (z. B. Dampfdruck, wie durch Dampf) kann ein Zerbersten der Packung bewirken, was manchmal zu einer Explosion führt.

Zusammenfassung der Erfindung

[0005] Diese Erfindung schließt Vorrichtungen und Verfahren zum Erwärmen ein. Vorrichtungen gemäß dieser Erfindung schließen eine Einmalgebrauchs-Wärmepackung ein, welche Wärme durch eine selbstmoderierende exotherme chemische Reaktion zwischen den betreffenden Reaktanten vorsieht. Die Wärmepackung schließt einen Einmalgebrauchs-Behälter ein, der in zwei Typen von flüssigkeits- und gasundurchlässigen Zonen aufgeteilt ist. Die Zone vom ersten Typ enthält ein im Wesentlichen festes und teilchenförmiges Oxidationsmittel, das eingebettet in und dispergiert durch feste Stücke eines löslichen Bindemittels ist, und kann auch einen im Wesentlichen festen und teilchenförmigen löslichen Sekundärbrennstoff enthalten. Die Zone vom zweiten Typ enthält eine flüssige Mischung, welche einen Primärbrennstoff, ein vorzugsweise vorgebildetes verfestigbares Gel und ein Lösungsmittel umfasst. Zwischen den zwei Typen von Zonen befindet sich ein Separator. Der Separator wird so betrieben oder unter Druck gesetzt, um eine Verbindung zwischen den zwei Typen von Zonen herzustellen. Der Behälter ist so konstruiert, dass er einen Dampfraum und eine Kondensationsfläche über dem Reaktionsmedium während des Betriebs der Wärmepackung einschließt.

[0006] Beim Betrieb oder der Unter-Druck-Setzung des Separators wird eine Verbindung zwischen den Zonen hergestellt, wodurch die Inhalte der zwei Zonen und somit das Oxidationsmittel und der Primärbrennstoff miteinander in Kontakt gebracht werden. Dadurch wird eine erste exotherme chemische Reaktion initiiert, deren Rate durch bekannte Mittel moderiert wird, um eine gewünschte Reaktionsrate und den gewünschten Temperaturanstiegsumfang zu erzielen. Die Moderierung für den Normalbetrieb bei einer gewünschten Umgebungstemperatur und einem gewünschten Wärmeverlust wird durch die kontrollierte Freisetzung der chemischen Reaktanten in einer vorbestimmten Rate durch das Lösen eines Bindemittels, welches einen oder beide

chemischen Reaktanten umgibt, erreicht. Der Kontakt zwischen den zwei Zonen initiiert auch die Auflösung des Sekundärbrennstoffs durch das Lösungsmittel. Der Sekundärbrennstoff löst sich bis zu seiner Sättigungskonzentration auf und migriert zu dem Oxidationsmittel. Die erste exotherme Reaktion stellt ausreichend Energie bereit, um eine zweite exotherme Reaktion zwischen gelöstem Sekundärbrennstoff und durch Auflösung des Bindemittels freigesetztem Oxidationsmittel zu initiieren. Die zweite exotherme Reaktion wird für den Normalbetrieb ähnlich wie die erste exotherme Reaktion moderiert.

[0007] Allerdings wird die zweite exotherme Reaktion im Falle einer hohen Temperaturüberschreitung, dadurch, dass der Wärmeverlust von der Packung geringer ist als die erwartete oder geplante Wärmeverlustrate, weiter moderiert. Eine hohe Temperatur bewirkt eine Verdampfung von Lösungsmittel, welches auf exponierten Innenflächen der Packung über der Reaktionsmischung kondensiert. Dies bewirkt eine Verfestigung des vorgebildeten Gels, eine Verlangsamung der Migration von Brennstoffen zu dem Oxidationsmittel und eine Verringerung der Wärmeerzeugungsrate der exothermen Reaktionen. Mithin moderiert sich die Wärmepackung gemäß dieser Erfindung selbst in Reaktion auf Bedingungen, wie eine abnormal hohe Umgebungstemperatur oder andere äußere Bedingungen, welche die Wärmeverlustrate von der Packung unter die geplante Rate verringern. Der Moderierungsmechanismus ist umkehrbar. Wenn die Temperatur sinkt, kehrt verdampftes Lösungsmittel wieder zum Gel zurück, womit dessen Steifigkeit verringert wird und die Reaktionsrate zwischen den Primär- und Sekundärbrennstoffen und dem Oxidationsmittel erhöht wird.

[0008] Gemäß einem Aspekt stellt die vorliegende Erfindung eine Einmalgebrauchs-Heizvorrichtung dar, die einen Einmalgebrauchs-Behälter mit mindestens einer flüssigkeits- und gasundurchlässigen ersten Zone und mindestens einer flüssigkeits- und gasundurchlässigen zweiten Zone einschließt. Der Behälter kann eine dünnwandige Hülle einschließen, die sich an die Form ihrer Umgebung anpasst, und kann beispielsweise aus einem polymeren Material bestehen. Der Behälter weist auch einen Separator zwischen den zwei Zonen auf, und der Separator kann so betrieben werden, um eine Verbindung zwischen den Zonen zu ermöglichen. Der Separator kann beispielsweise eine zerbrechliche Membran für den einmaligen Gebrauch sein.

[0009] Die zweite Zone schließt als ihren Inhalt einen Primärbrennstoff (zum Beispiel eine Polyhydroxyverbindung wie Glycerin), ein vorgebildetes verfestigbares Gel (zum Beispiel ein organisches Gel wie Stärke) und ein verdampfbare Lösungsmittel (zum Beispiel Wasser) ein. Das Gel ist von einem Typ, welcher fest wird, wenn Lösungsmittel daraus entfernt wird (zum Beispiel durch Verdampfung des Lösungsmittels) und liegt in einer Menge vor, die ausreicht, um ein Hinausschießen der Temperatur der Vorrichtung über eine vorbestimmte maximale Temperatur zu verhindern.

[0010] Die erste Zone schließt als ihren Inhalt ein im Wesentlichen festes und teilchenförmiges Oxidationsmittel (zum Beispiel ein Alkalimetallsalz eines Permanganats, wie Kaliumpermanganat) und gegebenenfalls einen Sekundärbrennstoff (zum Beispiel eine Polyhydroxyverbindung wie einen Zucker) ein. Das Oxidationsmittel ist eingebettet in und dispergiert durch ein Bindemittel, das in mindestens einem aus dem verdampfbaren Lösungsmittel und dem Primärbrennstoff löslich ist.

[0011] Um die Vorrichtung zu betreiben, wird der Separator so betrieben, um eine Verbindung und Vermischung der Inhalte der Zonen zu ermöglichen. Das Bindemittel löst sich während des Betriebs der Vorrichtung auf, unter kontrollierbarer Exponierung des Oxidationsmittels an den Brennstoff in einer vorbestimmten Rate. Eine exotherme chemische Reaktion (zum Beispiel eine Oxidations-Reduktions-Reaktion) wird bei Umgebungstemperatur initiiert und Wärme wird erzeugt. Diese Reaktion kann in verschiedenen Umgebungen ablaufen (zum Beispiel in einer wässrigen Umgebung).

[0012] Der Behälter schließt einen Dampfraum ein, in welchen das verdampfbare Lösungsmittel verdampft, und eine Kondensationsfläche über den Inhalten der Zonen, auf welcher das verdampfte Lösungsmittel kondensiert. Dazu soll es planmäßig kommen, wenn die Temperatur der Vorrichtung sich einer vorbestimmten maximalen Temperatur annähert, und die Entfernung von Lösungsmittel aus dem vorgebildeten verfestigbaren Gel lässt dieses fest werden.

[0013] Die Vorrichtung kann auch eine Temperaturstabilisierungseinrichtung in einer der Zonen enthalten (zum Beispiel ein Phasenänderungsmaterial wie einen paraffinischen Kohlenwasserstoff).

[0014] Gemäß einem weiteren Aspekt stellt die Erfindung ein Verfahren zum Erwärmen von Gegenständen mit der Vorrichtung dar. Dieses Verfahren beinhaltet das Kontaktieren der Vorrichtung der Erfindung mit einem zu erwärmenden Gegenstand, das Betreiben des Separators zur Aktivierung der Vorrichtung wie weiter oben beschrieben und das Vermischenlassen der Inhalte. Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung kann der

Separator betrieben werden, bevor die Vorrichtung und der Gegenstand miteinander in Kontakt kommen. Die zu erwärmenden Gegenstände können Nahrungsmittel oder Getränke, Nahrungsmittel oder Getränke enthaltende Behälter, Menschen oder Tiere, einschließlich menschliche oder tierische Arztpatienten (zum Beispiel Operationspatienten) oder Bekleidungs- oder Schuhartikel sein.

[0015] Die Wärmepackung der vorliegenden Erfindung hat mehrere Vorteile im Vergleich mit jenen des Stands der Technik.

[0016] Die Wärmepackungen der vorliegenden Erfindung sehen eine exotherme chemische Reaktion vor, die für die Erwärmung von Gegenständen nützlich ist, und sehen gleichzeitig auch eine Moderierung von exothermen chemischen Reaktionen zwischen einem Oxidationsmittel und Primär- und Sekundärbrennstoffen während des normalen Betriebs und Schutz gegen Temperaturüberschreitungen vor. Dieser Vorteil ermöglicht eine weitaus bessere Steuerung der Leistungscharakteristika von Wärmepackungen als dies zuvor möglich war, insbesondere eine Regulierung der maximalen Temperatur und Wärmeerzeugungsrate.

[0017] Die Wärmepackungen der vorliegenden Erfindung sind in der Lage, eine Peak- bzw. Spitzentemperatur zu erreichen und durch Selbstregelung eine Peak-Temperatur aufrechtzuerhalten, bestimmt durch den Inhalt der Wärmepackungen, trotz eines ungewöhnlich geringen Wärmeverlustes. Durch diese Selbstregelung sind Wärmepackungen gemäß der Erfindung in der Lage, eine gewünschte Peaktemperatur über einen größeren Bereich von Umgebungsbedingungen zu erzielen als zuvor bekannte Wärmepackungen. Dieser Vorteil des Anpassens an schwankende Umgebungstemperaturen ist für eine Reihe von Anwendungen kritisch, einschließlich jener, die das Erwärmen lebender Systeme beinhalten, die bei Temperaturen oberhalb etwa 42,2°C eine Zellschädigung erleiden. Ferner wird die standardisierte Zubereitung von Mahlzeiten, zum Beispiel an entfernten Orten, durch eine derartige Eigenschaft erleichtert, die den Wärmepackungen der Erfindung eigen ist. Heizeinrichtungen, die zur Bereitstellung von Wärme für Fertigmahlzeiten (MREs), die in der Armee verwendet werden, bestimmt sind, sind im Fachbereich bekannt. Das US-Patent Nr. 5 611 329 offenbart eine flammlose Rations-Heizvorrichtung unter Ausnutzung einer exothermen chemischen Reaktion zwischen Wasser und einer Magnesium-Eisen-Legierung.

[0018] Die Wärmepackungen der vorliegenden Erfindung nutzen eine erhöhte Viskosität in der Form einer fließfähigen Flüssigkeit, vorzugsweise eines Gels, welches sich bezüglich seiner Viskosität oder Steifigkeit selbst einstellt, um die Wärmeerzeugung der exothermen chemischen Reaktion zu regulieren. Ein Gel, wie in den Wärmepackungen verwendet, wird vorgebildet, das heißt, das Gel wird gebildet, bevor die Vorrichtung aktiviert wird. Dies gibt die Möglichkeit, die exotherme chemische Reaktion unverzüglich zu moderieren.

[0019] Die wärmeerzeugenden Inhalte bevorzugter Ausführungsformen der Wärmepackung der Erfindung fallen nicht auf den Boden der Wärmepackung unter dem Einfluss von Schwerkraft. Dies bedeutet, dass die Verteilung von Wärme innerhalb der Wärmepackung der Erfindung gleichmäßig erfolgt, und die Wärmepackung muss nicht ständig geknetet werden, um eine ungleichmäßige Wärmeverteilung auszuschließen.

[0020] Nach Beendigung der exothermen Reaktion oder Reaktionen, die innerhalb der Wärmepackung der vorliegenden Erfindung vorstatten gehen, enthält die Packung vorzugsweise keine löslichen toxischen oder aus Umweltsichtpunkten unerwünschten Reaktanten oder Reaktionsprodukte. Somit kann der Behälter sicher in einer Mülldeponie ohne eine Gefahr für die Umwelt entsorgt werden. Dies steht in starkem Gegensatz zu bestimmten anderen Selbsterwärmungsvorrichtungen, welche lösliche toxische oder für die Umwelt unerwünschte Nebenprodukte enthalten.

[0021] Andere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden durch die folgende ausführliche Beschreibung und durch die Ansprüche offensichtlich.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0022] Die [Fig. 1](#) ist eine Draufsicht einer speziellen Ausführungsform einer Wärmepackung der Erfindung mit einer einzelnen Zone für jeden Reaktanten.

[0023] Die [Fig. 2](#) ist eine Draufsicht einer weiteren speziellen Ausführungsform einer Wärmepackung der Erfindung mit mehreren Reaktantenzonen.

[0024] Die [Fig. 3](#) ist eine Querschnittsansicht einer Zone des ersten Typs in einer speziellen Ausführungsform einer Wärmepackung der Erfindung.

[0025] Die [Fig. 4](#) ist eine Querschnittsansicht einer speziellen Ausführungsform einer Wärmepackung der Erfindung.

Ausführliche Beschreibung der Erfindung

[0026] Die Einmalgebrauchs-Wärmepackung der vorliegenden Erfindung ist von dem Typ, welcher nach dem Prinzip der Entstehung von Reaktionswärme zwischen komplementären Paaren chemischer Bestandteile funktioniert. In bevorzugten Ausführungsformen ist die exotherme chemische Reaktion eine Oxidations-/Reduktionsreaktion, die sich nach dem Kontakt von Oxidations- und Reduktionsmitteln miteinander ergibt. Kompatible Paare chemischer Bestandteile sind erforderlich, wobei ein Glied des Paares als Oxidationsmittel fungiert und das andere Glied des Paares als Reduktionsmittel fungiert, das häufig als Brennstoff bezeichnet wird. Mehrere Oxidationsmittel und/oder Brennstoffe werden ebenfalls in den Wärmepackungen der vorliegenden Erfindung in Betracht gezogen.

[0027] Die Nutzung einer chemischen Reaktion für die Wärmeerzeugung bringt beträchtliche Probleme mit sich. Ein Oxidationsmittel selbst kann hoch reaktiv sein und eine Verbrennung bewirken, wenn es nicht ausreichend geschützt wird. Die exotherme Reaktion einer Packung, welche zur Erzeugung einer Wärmemenge in der Lage ist, die für typische Anwendungen benötigt wird, führt, falls sie nicht moderiert wird, zur sehr raschen Erzeugung von Wärme, was einen übermäßigen, unkontrollierten Temperaturanstieg bewirkt, ein großer Nachteil, der möglicherweise schwer zu vermeiden ist. Die rasche Erzeugung von Wärme ist nicht das am stärksten erwünschte Wärmeprofil für zahlreiche Anwendungen und kann darüber hinaus gefährlich sein. Angesichts dieser Schwierigkeiten ist es wichtig, die Erzeugung von Wärme in der Wärmepackung zu moderieren.

[0028] Wärmepackungen, die Oxidations-/Reduktionsreaktionen ausnutzen, sind in dem US-Patent Nr. 5 0350 230 (dem "'230-Patent") offenbart. Die Vorrichtung des '230-Patents weist zwei getrennte Zonen auf. Eine Zone enthält einen trockenen Reaktanten, d. h. kurze Zylinder, welche Kaliumpermanganatkristalle innerhalb eines Natriumsilikat-Bindemittels umfassen. Die andere Zone enthält eine Ethylenglykol/Wasser-Lösung, die als Brennstoffmischung dient. In bestimmten Ausführungsformen dient der Brennstoff als ein Lösungsmittel, wodurch das Erfordernis eines separaten Lösungsmittels entfällt. Die zwei Zonen werden zum Beispiel durch eine zerbrechliche Versiegelung getrennt, die für den einmaligen Gebrauch bestimmt ist. Wenn die Versiegelung zwischen den zwei Zonen aufgebrochen wird, fließt die Brennstofflösung zu den Oxidationsmittelpellets und es kommt zu einer Reaktion. Die Reaktionsrate und damit die Wärmeerzeugungsrate wird durch die Auflösungsrates des Bindemittels moderiert, da die Auflösung notwendig ist, um das Oxidationsmittel an den Brennstoff zu exponieren.

[0029] Damit eine bestimmte Rate des Wärmeverlusts normalerweise in einer bestimmten Anwendung auftritt, kann eine Wärmepackung gemäß dem '230-Patent so konstruiert sein, um Wärme in einer bestimmten Rate zu erzeugen und um eine bestimmte Peak-Betriebstemperatur zu erreichen. Solange die Wärmeverlustrate wie erwartet ist, sind die Rate des Temperaturanstiegs, die Peak-Temperatur und die Dauer der Erwärmung vorhersagbar. Wenn jedoch die Wärmeverlustrate nicht wie gewünscht ist, schwankt auch der Temperaturanstieg, was allgemein nicht erwünscht ist. Die Unvorhersagbarkeit entsteht, wenn die Umgebungstemperatur und/oder die Wärmeübertragung von der Wärmepackung stark von dem abweichen, was erwartet wurde.

[0030] Bei Wärmepackungen gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein lösbares Bindemittel wie von dem '230-Patent gelehrt verwendet. Weiterhin liegt ein vorgebildetes verfestigbares Gel vor, um die Reaktionsrate zu beeinflussen. Durch die Einstellung dieser zwei Raten regulierenden Merkmale werden Fachleute auf dem Gebiet in der Lage sein, die Temperaturanstiegsraten und die Betriebstemperatur bei Packungen gemäß der vorliegenden Erfindung auszuwählen und zu erreichen.

[0031] Die Modulation der exothermen chemischen Reaktionen erfolgt über bestimmte reversible physikalische Veränderungen des Reaktionsmediums, um für die bei den Wärmepackungen der Erfindung gewünschten Selbstregulierungseffekte zu sorgen. Die Modulation muss erfolgen, um zu verhindern, dass die exotherme chemische Reaktion die Betriebstemperatur der Wärmepackung über eine vorbestimmte maximale Temperatur (T_{\max}) ansteigen lässt. Die Modulation hat auch die Funktion, die Rate einer laufenden exothermen Reaktion zu erhöhen, wenn die Behältertemperatur weit genug abfällt, um die physikalischen Veränderungen des Reaktionsmediums umzukehren. Die T_{\max} wird über der geplanten Peak-Betriebstemperatur der Wärmepackung liegen, die von dem gewünschten Verwendungszweck der Packung abhängt. Die T_{\max} für die Wärmepackungen dieser Erfindung wird davon abhängen und dadurch eingeschränkt werden, welche Temperatur über der geplanten Peaktemperatur für eine spezielle Anwendung toleriert werden kann, und wird allgemein etwa 1°C

bis etwa 20°C über der gewünschten Peak-Betriebstemperatur der Packung liegen. Es können Überlegungen angestellt werden, was die leichte Handhabung oder Sicherheit für den Anwender, die Integrität des Behälters oder andere Faktoren angeht, die für Fachleute auf dem Gebiet bei der Wahl der T_{\max} offensichtlich sind.

[0032] Die Wärmepackungen der vorliegenden Erfindung schließen einen Einmalgebrauchs-Behälter ein, welcher in zwei Zonentypen unterteilt ist. Wärmepackungen gemäß dieser Erfindung umfassen physisch getrennte Zonen oder Kammern, die Komponenten enthalten, die chemische Reaktanten einschließen. Es gibt mindestens eine Zone jeden Typs. Die Zone des ersten Typs umfasst ein Oxidationsmittel und in bestimmten bevorzugten Ausführungsformen einen Brennstoff, der als Sekundärbrennstoff bezeichnet wird. Die Zone des zweiten Typs umfasst einen Brennstoff, welcher als Primärbrennstoff bezeichnet wird, ein vorgebildetes verfestigbares Gel und ein verdampfbares Lösungsmittel. Die Zonen sind durch einen unter Druck setzbaren Separator wie ein Ventil oder eine zerbrechliche Versiegelung getrennt. Bei einer Unter-Druck-Setzung des Separators wird eine Verbindung zwischen den Zonen hergestellt und die Inhalte der Zonen kommen miteinander in Kontakt. Dieser Kontakt ermöglicht es, dass das Oxidationsmittel, die Brennstoffe und das Lösungsmittel ein Reaktionsmedium erzeugen. Das Oxidationsmittel ist vorzugsweise in einem löslichen Bindemittel gebunden und durch dieses dispergiert, welches das Oxidationsmittel selektiv an das die Brennstoffe enthaltende Reaktionsmedium aussetzt. Dies sorgt für eine moderierte exotherme chemische Reaktion.

[0033] Bezug nehmend auf die [Fig. 1](#), ist eine Querschnittsansicht einer Ausführungsform einer Wärmepackung der vorliegenden Erfindung gezeigt. Die Wärmepackung **1** setzt sich aus einem Behälter mit einer oberen Lage **2** und einer unteren Lage (nicht gezeigt) zusammen. Die Lagen werden an den Rändern durch die Randversiegelungen **3**, **4**, **5** und **6** miteinander versiegelt. Diese Randversiegelungen sind vorzugsweise so beschaffen, dass sie nicht leicht durch den Verbraucher zu öffnen sind. Ein unter Druck setzbarer Separator **7** ist von einer Randversiegelung der Wärmepackung **3** zu einer weiteren Randversiegelung **5** angeordnet, wodurch die Wärmepackung **1** in zwei Zonen, **8** und **9**, aufgeteilt wird. Der Separator ist so beschaffen, dass er durch den Anwender unter Druck gesetzt wird. Der Wärmebehälter ist so ausgelegt, dass er einen Raum für Dampf über den Reaktanten einschließt, wenn die Wärmepackung in Gebrauch ist.

[0034] Andere Ausführungsformen der Vorrichtung werden ebenfalls in Betracht gezogen. Zum Beispiel kann mehr als eine zerbrechliche Versiegelung vorliegen, wodurch eine in mehr als zwei Zonen aufgeteilte Vorrichtung erhalten wird. Ein Beispiel dafür ist in [Fig. 2](#) beschrieben, die eine weitere Ausführungsform einer Wärmepackung der vorliegenden Erfindung darstellt. Die Wärmepackung **11** setzt sich aus einem Behälter mit einer oberen Lage **12** und einer unteren Lage (nicht gezeigt) zusammen. Die Lagen werden an den Rändern durch die Randversiegelungen **13**, **14**, **15** und **16** miteinander versiegelt. Diese Randversiegelungen sind vorzugsweise so beschaffen, dass sie nicht leicht durch den Verbraucher zu öffnen sind. Ein Paar von unter Druck setzbaren Separatoren **17** und **18** ist von einer Randversiegelung der Wärmepackung **13** zu einer weiteren Randversiegelung **15** angeordnet, wodurch die Wärmepackung **11** in drei Zonen **19**, **20** und **21** aufgeteilt wird. Die Separatoren sind so beschaffen, dass sie durch den Anwender leicht unter Druck gesetzt werden können.

[0035] Die [Fig. 3](#) zeigt die Inhalte einer Zone des ersten Typs gemäß einer Ausführungsform einer Wärmepackung der Erfindung. Die Zone **30** enthält ein Oxidationsmittel, ein lösbares Bindemittel oder Bindemittel und einen Sekundärbrennstoff. Teilchen eines festen Bindemittels **32** enthalten dispergierte Teilchen eines im Wesentlichen festen Oxidationsmittels **34**. Ebenfalls innerhalb der Zone **30** befinden sich Teilchen des festen, löslichen Sekundärbrennstoffs **36**.

[0036] Die [Fig. 4](#) zeigt eine weitere Ausführungsform einer Wärmepackung der vorliegenden Erfindung. Die Wärmepackung umfasst einen im Allgemeinen rechteckigen Behälter **40** mit einer oberen Lage **41** und einer unteren Lage **42**. Die Lagen **41** und **42** sind mit einer peripheren Randversiegelung untereinander versiegelt, von denen Teile bei **43** und **44** gezeigt sind (andere Teile sind nicht gezeigt). Die Randversiegelung ist vorzugsweise so beschaffen, dass sie durch den Verbraucher nicht leicht zu öffnen ist. Ein unter Druck setzbarer Separator **45** erstreckt sich über den Behälter **40** von einer Seite der Randversiegelung zur gegenüberliegenden Seite der Randversiegelung, wodurch der Wärmepackungsbehälter **40** in zwei Zonen, **46** und **47**, aufgeteilt wird. Der Separator **45** ist so beschaffen, dass er leicht durch den Anwender unter Druck gesetzt werden kann. Die Zone **47** enthält das Oxidationsmittel **48** und den Sekundärbrennstoff **49** und wird bei ihrer Konstruktion vakuumversiegelt. Während der Herstellung der Wärmepackung wird die Mischung des Oxidationsmittels **48** (das in einem Bindemittel dispergiert sein kann; siehe [Fig. 3](#)) und des Sekundärbrennstoffs **49** als eine Reihe von Streifen **50**, die sich über den Behälter **40** erstrecken, verteilt. Die Vakuumverpackung sieht die Regionen **51** der Zone **47**, wo sich keine Mischung von Oxidationsmittel oder Sekundärbrennstoff befindet, vor. Diese Regionen ermöglichen den Kontakt der oberen Lage **41** und der unteren Lage **42** miteinander. Während des Betriebs der Vorrichtung, das heisst nach dem Öffnen oder Unter-Druck-Setzen des Separators **45**, bewirkt ein

leichter Gasdruck innerhalb des Behälters aus der exothermen chemischen Reaktion, dass sich die Lagen voneinander lösen, wodurch das Volumen der Zone **47** in wirksamer Weise erhöht wird. Dadurch werden ein Dampfraum und eine Fläche über dem Reaktionsmedium geschaffen, was in den Wärmepackungen der Erfindung erforderlich ist.

[0037] Die erste oder Primärstufe der Reaktion zwischen dem Oxidationsmittel und dem Primärbrennstoff wird leicht bei Kontakt des Oxidationsmittels und des Primärbrennstoffs innerhalb eines Bereichs von Umgebungstemperaturen initiiert, die beispielsweise in einem Bereich von -10 bis 50°C angetroffen werden können. Diese Umgebungstemperaturen sind ausreichend, um die exotherme chemische Primärreaktion entweder sofort oder ziemlich schnell vonstatten gehen zu lassen, wenn in Verbindung mit einem oder beiden der Reaktionspartner die Rate beeinflussende Barrieren vorliegen. Ein Beispiel für eine solche Barriere ist ein lösliches Bindemittel, das einen oder beide Reaktionspartner umgibt. Die Primärreaktion wird vorzugsweise durch ein lösliches Bindemittel oder ein Gel moderiert.

[0038] Zahlreiche Oxidationsmittel sind in der Lage, geeignete Energien bei einer Reaktion mit einem entsprechenden Brennstoff für die Verwendung in den Packungen und Verfahren dieser Erfindung zu erzeugen. Bevorzugte Oxidationsmittel sind jene, welche die Alkalimetallsalze der Oxide von Mangan und Chrom, wie Kaliumpermanganat und Kaliumchromat, umfassen. Andere geeignete Oxidationsmittel sind Pyridiniumdichromat, Rutheniumtetroxid und Chromsäure, sowie eine ganze Reihe anderer, bei Fachleuten auf dem Gebiet bekannte Oxidationsmittel. Die Wahl des Oxidationsmittels erfolgt vorzugsweise in Bezug auf die Verfügbarkeit als einer hohen Priorität. Nach dem Gebrauch der Wärmepackung ist bevorzugt, dass der Rückstand keinerlei lösliche toxische oder unter Umwelts Gesichtspunkten unerwünschte Komponenten enthält. Unser am meisten bevorzugtes Oxidationsmittel ist Kaliumpermanganat.

[0039] Der verfügbare Oberflächenbereich des Oxidationsmittels ist ein wichtiger Faktor bei der Reaktivität des Oxidationsmittels in einem Reaktionsmittel. Die Oberflächenbereiche von Feststoffen sind stark von der physischen Form des Feststoffs abhängig. Die physische Form des in der Zone des ersten Typs vorhandenen Oxidationsmittels ist variabel, doch ist es bevorzugt, dass das Oxidationsmittel in einer im Wesentlichen teilchenförmigen Form vorliegt. Besonders bevorzugt ist ein fein gemahlene Pulver eines Oxidationsmittels.

[0040] Die durch die Vorrichtung der Erfindung unter den geplanten Bedingungen erzeugte Wärmerate wird durch kontrollierbares Exponieren der Reaktanten untereinander gezielt angepasst. Dies wird durch kontrollierbares Exponieren begrenzter Mengen der Brennstoffe an die vollständige Menge des Oxidationsmittels oder durch kontrollierbares Exponieren begrenzter Mengen des Oxidationsmittels an die vollständige Menge der Brennstoffe oder durch kontrollierbares Exponieren einer begrenzten Menge des Oxidationsmittels an eine begrenzte Menge der Brennstoffe bewerkstelligt. In jedem Fall kommt es im Verlauf der Reaktion zu einer kontrollierten Exposition, bis die Reaktion infolge eines Mangels an einer der reagierenden Komponenten endet. In bevorzugten Ausführungsformen löst sich das lösliche Bindemittel in dem Lösungsmittel und/oder den Brennstoffen während der exothermen chemischen Reaktion, wodurch in kontrollierbarer Weise das Oxidationsmittel an die Brennstoffe in einer vorbestimmten Rate exponiert wird. In einer bevorzugten Ausführungsform wird ein Überschuss an Brennstoff verwendet. Nach Beendigung der Reaktion des Oxidationsmittels bleiben keine löslichen toxischen oder unter Umwelts Gesichtspunkten unerwünschten Rückstände in dem Behälter zurück. Die Entsorgung des Behälters auf einer Mülldeponie wird durch dieses Merkmal ermöglicht.

[0041] Das Dispergieren des Oxidationsmittels in einem löslichen Bindemittel sieht ein wirksames Mittel zur selektiven Exponierung des Oxidationsmittels an die Brennstoffe vor. Wenn die Reaktion in einer organischen Umgebung mit einem organischen Lösungsmittel erfolgt, ist das Bindemittel vorzugsweise eines auf organischer Basis. Wenn die Reaktion in einer anorganischen Umgebung mit einem Lösungsmittel wie Wasser erfolgt, ist das Bindemittel vorzugsweise eines aus anorganischer Basis.

[0042] Silikate sind geeignete anorganische Bindemittel. In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Oxidationsmittel innerhalb eines Bindemittels gebunden, welches wässrige Natriumsilikatlösung (Na_2SiO_3) umfasst, wie das kommerziell von J. T. Baker (Stock Nr. 3877-01) oder der Aldrich Chemical Co., Inc. (Stock Nr. 33 844-3) verfügbare.

[0043] Eine gleichmäßige Verteilung des Oxidationsmittels über das Bindemittel ist bevorzugt, indem sie eine beständige, gleichmäßige Exponierung des Oxidationsmittels an den Brennstoff durch die Solubilisierung des Bindemittels vorsieht. Die Konfiguration und Geometrie des gebundenen Oxidationsmittels der vorliegenden Erfindung sind wichtige Faktoren bei der Vorsehung der Kontrolle bzw. Regulierung der Reaktionsrate und –dauer. Bei einer bevorzugten Konfiguration liegt das gebundene Oxidationsmittel in einer festen Form mit einer

Geometrie vor, welche eine relativ konstante aktive Oberfläche eines Oxidationsmittels an den Brennstoff über die gewünschte Dauer der Reaktion und während der Solubilisierung des Bindemittels selbst nahe an einer Erschöpfung des Oxidationsmittels vorsieht. Eine bevorzugte Geometrie sieht auch den notwendigen Brennstoff um das exponierte Oxidationsmittel zu jedem Zeitpunkt während der Reaktion vor. Vorzugsweise sind keine großen Migrationswege zu dem Oxidationsmittel erforderlich. Das Bindemittel sollte verdünnt werden, um die Oxidationsmittelkristalle gleichmäßig zu benetzen. Verhältnisse von Bindemittel zu Oxidationsmittel von etwa 1:1 bis etwa 1:7 können in der Erfindung zur Anwendung kommen. Bevorzugte Verhältnisse liegen im Bereich von etwa 1:1,5 bis etwa 1:5. Ein Verhältnis von etwa einem Gramm Bindemittel zu etwa drei Gramm Oxidationsmittel findet in bestimmten bevorzugten Ausführungsformen Anwendung. Dieses Verhältnis sieht eine gleichmäßige Mischung vor, wobei weder Pools von überschüssigem Bindemittel noch Oxidationsmittel unvollständig von Flüssigkeit umgeben sind. Allerdings wird für jene mit Erfahrung auf dem Gebiet offensichtlich, dass das Verhältnis von Bindemittel zu Oxidationsmittel stark variiert werden kann.

[0044] Techniken zum Beschichten des Oxidationsmittels schließen das Sprühtrocknen und das Wirbelbett-trocknen ein. Diese Techniken sind Fachleuten auf dem Gebiet allgemein bekannt. Fachleute auf dem Gebiet sind in der Lage, die geeigneten Bedingungen und relevanten Parameter für die Herstellung beschichteter Oxidationsmittel durch diese Mittel durch Routine- bzw. Reihenexperimente zu ermitteln. Geeignete Anleitungen auf diesem Gebiet finden sich auch in dem '230-Patent.

[0045] Bestimmte Anwendungen der vorliegenden Erfindung können eine rasche anfängliche Aufwärmung erfordern. Dies kann durch Hinzufügen einer kleinen Menge entweder von ungebundenen Oxidationsmittelkristallen oder von Oxidationsmittelkristallen, die mit einer verdünnten Bindemittellösung gebunden sind, zu der Zone des ersten Typs bewerkstelligt werden. Die Menge wird so gewählt, um die Temperatur der Inhalte des Wärmesystems auf die gewünschte Vorerwärmungstemperatur bei einer anfänglichen Kontaktierung mit dem Brennstoff anzuheben. Ein schnelles Vorerwärmungsverfahren ist besonders erwünscht, wenn die vorliegende Erfindung für Nahrungsmittel-Erwärmungsvorrichtungen angewandt wird.

[0046] Ohne an irgendeine spezielle Theorie gebunden sein zu wollen, glauben wir, dass bei einer Oxidation eines Polyhydroxy-Brennstoffs durch ein anorganisches Oxidationsmittel der pH-Wert der wässrigen Umgebung auf saure Werte abfällt. Wir nehmen an, dass dieser pH-Wertabfall die Umwandlung des bevorzugten anorganischen Bindemittels, Natriumsilikat, zu einem Gel auslöst. Dieses Gelierungsverfahren hat in gewisser Weise die Funktion, die exothermen chemischen Reaktionen unter den gewünschten oder geplanten Bedingungen zu moderieren.

[0047] Die Brennstoffe sind mit dem Oxidationsmittel komplementär. Für die meisten Anwendungen sollten das Oxidationsmittel und die Brennstoffe den geltenden staatlichen Richtlinien entsprechen für den Fall, dass es zu irgendeinem Austritt in die Umwelt, einschließlich eines zufälligen unbeabsichtigten Austritts kommt.

[0048] Geeignete Brennstoffe sind lösliche feste oder flüssige organische Verbindungen. Besonders gut geeignete organische Verbindungen sind jene, die Hydroxylgruppen enthalten. Solche Gruppen sind leicht durch die hierin beschriebenen Oxidationsmittel zu carbonylhaltigen Verbindungen zu oxidieren. Bevorzugte Brennstoffe sind Zucker oder Alkohole und Polyhydroxyl enthaltende Verbindungen, welche mindestens zwei Hydroxylgruppen enthalten. Solche Polyhydroxyl enthaltenden Verbindungen werden ebenfalls leicht zu Aldehyden, Ketonen und Carbonsäuren oxidiert. Diese Oxidation von Polyhydroxyl enthaltenden Verbindungen und die gleichzeitige Reduktion des Oxidationsmittels wird von der Freisetzung signifikanter Mengen an Wärmeenergie begleitet.

[0049] Bevorzugte oxidierbare Primärbrennstoffe in der Zone des zweiten Typs sind Flüssigkeiten. Beispiele schließen Glycerin, Ethylenglykol, Propylenglykol, Polyethylenglykol und dergleichen ein. Ein bevorzugter Primärbrennstoff ist Glycerin.

[0050] Gemäß den Verfahren, welche die exothermen chemischen Reaktionen moderieren, die innerhalb der Wärmepackungen der Erfindung auftreten, ist mindestens ein Brennstoff erforderlich, welcher in Mengen vorliegt, die mindestens zur Sättigung des Lösungsmittels führen. Dieser Brennstoff kann der einzige Brennstoff oder ein Sekundärbrennstoff sein. Bevorzugte Mengen dieses Brennstoffs sind solche, welche einen Vorrat an Brennstoff schaffen, welcher nicht in Lösung ist. Dieses Kriterium ist eng mit den Löslichkeitscharakteristika des Brennstoffs verknüpft. Ebenfalls erforderlich ist das Vorhandensein eines Dampftraums und einer Behälteroberfläche über dem Reaktionsmedium, auf deren Wänden eine Kondensation des Lösungsmittels erfolgen kann. Zunahmen bei der Behältertemperatur, die aus einer geringen Wärmeverlustrate resultieren, verdampfen Lösungsmittel aus dem Reaktionsmedium. Die Bedingung der Brennstoffsättigung führt dazu, dass Brenn-

stoff aus dem Reaktionsmedium entfernt wird.

[0051] Der Primärbrennstoff kann diesem Prozess bei gewissen Umständen unterliegen. In bestimmten bevorzugten Ausführungsformen jedoch ist der Primärbrennstoff, beispielsweise Glycerin, in dem Reaktionsmedium über einen weiten Bereich an Konzentrationen hoch löslich und wird nicht aus dem Reaktionsmedium entfernt. In solchen Fällen führt die Verdampfung des Lösungsmittels nicht zur Verringerung der Menge an Primärbrennstoff in dem Reaktionsmedium. In diesen Ausführungsformen wird die Sättigungsbedingung eines Sekundärbrennstoffs zur Moderierung der exothermen Reaktion angewandt.

[0052] Sekundärbrennstoffe, die in der Zone des ersten Typs verwendet werden, sind bevorzugt hydroxyhaltige Brennstoffe. Da dieser Brennstoff sich in der gleichen Zone wie das Oxidationsmittel befindet, wird er in einer Form bereitgestellt, die nicht zu einer unmittelbaren exothermen chemischen Reaktion bei Kontakt mit dem Oxidationsmittel führt. Ein Weg zur Verhinderung einer unmittelbaren exothermen chemischen Reaktion zwischen dem Oxidationsmittel und den Sekundärbrennstoffen ist die Bereitstellung dieser Brennstoffe als Feststoffe. Auf diese Weise ist die Initiierung der exothermen chemischen Reaktion anfänglich von der Erzeugung eines flüssigen Reaktionsmediums und einer nachfolgenden Solubilisierung des Sekundärbrennstoffs abhängig.

[0053] Die exotherme chemische Sekundärreaktion tritt erst in nennenswerter Weise auf, wenn es zu einem Temperaturanstieg über den erwarteten Umgebungstemperaturbereich hinaus innerhalb des Wärmepackungsbehälters kommt. Dies verhindert eine vorzeitige Reaktion. Wenn das Reaktionsmedium wässriges Lösungsmittel ist, sind die Sekundärbrennstoffe wasserlöslich. Es ist erwünscht, dass mehrere Hydroxylgruppen pro Brennstoffmolekül vorliegen, wodurch die Effizienz des Brennstoffs erhöht wird. Der Temperaturanstieg durch die exotherme Reaktion des Oxidationsmittels mit dem Primärbrennstoff initiiert eine zweite Stufe oder eine exotherme chemische Sekundärreaktion.

[0054] Polyhydroxyl enthaltende lösliche organische Sekundärbrennstoffe, die für die Verwendung in der Zone des ersten Typs für geeignet befunden wurden, sind Zucker. Diese sind in Wasser löslich und werden wie oben beschrieben in Mengen verwendet, die vorzugsweise ihre Löslichkeit in dem flüssigen Reaktionsmedium übersteigen. Alle Monosaccharide und zahlreiche Oligosaccharide sind allgemein Zucker. Die als Sekundärbrennstoffe in den Wärmepackungen der Erfindung für nützlich befundenen Zucker sind Mono- und Oligosaccharidzucker sowie jene Zucker, die modifiziert und mit anderen Gruppen substituiert sind. Zucker, die für die Verwendung als Sekundärbrennstoffe in der Zone des ersten Typs in den Wärmepackungen der Erfindung geeignet sind, schließen Sucrose, Fructose, Maltose, Lactose, Xylose, Mannose, Glucose, Galactose, Arabinose und dergleichen sowie modifizierte und substituierte Derivate dieser Zucker ein. Ein bevorzugter Sekundärbrennstoff für die Verwendung in der Zone des ersten Typs ist Sucrose. Sucrose ist aus zahlreichen Quellen und in zahlreichen Formen einschließlich granuliertem Tafelzucker, gepulvertem Puderzucker, braunem Zucker und Sucrose von Zuckerrohr und Zuckerrüben erhältlich. Insoweit die exotherme chemische Reaktion nicht von der Stereochemie des Brennstoffs für dessen Wärmeerzeugung abhängt, ist jegliche verfügbare Stereochemie von Brennstoffmolekülen geeignet.

[0055] Der verfügbare Oberflächenbereich der Sekundärbrennstoffe ist ein wichtiger Faktor bei der leichten Löslichkeit solcher Brennstoffe in dem Reaktionsmedium. Oberflächenbereiche von Feststoffen sind stark von der physischen Form des Feststoffs abhängig. Die physische Form des in der Zone des ersten Typs vorhandenen Sekundärbrennstoffs ist variabel, doch vorzugsweise liegt der Brennstoff in einer im Wesentlichen teilchenförmigen Form vor. Zum Beispiel sind Kristalle, die eine ähnliche Größe haben, wie sie bei Tafelzucker vorzufinden ist, ziemlich geeignet. Pulverförmige Sekundärbrennstoffe werden ebenfalls in ganz zufrieden stellender Weise verwendet. Fachleute auf dem Gebiet werden es durch die einfache Versuch-und-Irrtum-Methode verstehen, einen speziellen Sekundärbrennstoff und eine spezielle Teilchengröße zu wählen, um die gewünschte Heizcharakteristik für eine spezielle Anwendung zu erzielen.

[0056] Es versteht sich, dass, obgleich diese Charakterisierung in Bezug auf Reaktionen zwischen einem einzelnen Oxidationsmittel und einer Reihe von Brennstoffen beschrieben wurde, die Erfindung genauso wirksam ist, wenn sie durch Reaktionen zwischen einem einzelnen Brennstoff und einer Reihe von Oxidationsmitteln in die Praxis umgesetzt wird. Es versteht sich ebenfalls, dass über die Primär- und Sekundärreaktionen hinaus tertiäre, quaternäre und weitere Reaktionen innerhalb des Umfangs dieser Erfindung liegen. Diese Reaktionen würden mit tertiären, quaternären und weiteren Brennstoffen und/oder Oxidationsmitteln durchgeführt. In einer der bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung liegt eine weitere Substanz innerhalb des Behälters der Erfindung vor, welche als tertiärer Brennstoff fungieren könnte, der an einer dritten Reaktionsstufe teilhat, welche nur bei noch höheren Temperaturen wirksam voranschreitet.

[0057] Die Wärmepackungen der Erfindung sind mit einem in der Zone des zweiten Typs vorhandenen Gel versehen, das vor der Unter-Druck-Setzung irgendeines Separators zwischen den Zonen unterschiedlicher Typen vorgebildet wird. Das Vorhandensein eines vorgebildeten Gels trägt zur Moderierung der exothermen chemischen Reaktionen bei, sobald die Reaktionen beginnen. Die Bildung eines Gels muss nicht abgewartet werden durch die Auflösung gelbildender Komponenten oder durch die gelbildenden Reaktionen dieser Komponenten. Auch muss man sich nicht auf eine rasch ansteigende Temperatur für die Auflösung gelbildender Komponenten oder die gelbildenden Reaktionen verlassen. Die Menge an Gel im Verhältnis zu der Menge an Sekundärbrennstoff wird so eingestellt, dass die maximale Löslichkeit des Sekundärbrennstoffs erreicht wird und vorzugsweise überschritten wird. Dies ermöglicht das Beladen einer größeren Menge an chemischen Reaktanten in die betreffenden Zonen des Behälters, da die Exposition der Reaktanten untereinander durch das Gel beschränkt wird. Diese größere Beladungskapazität lässt ein Beibehalten von Peak-Betriebstemperaturen über längere Zeiträume zu. Das vorgebildete Gel besitzt Steifigkeit, die ebenfalls die exotherme chemische Primärreaktion moderieren kann.

[0058] Die in der vorliegenden Erfindung nützlichen Gele sind entweder organisch oder anorganisch; beide Typen sind in der vorliegenden Erfindung nützlich. Bevorzugte Gele für die Verwendung in der Zone des zweiten Typs sind organische Gele. Nützliche Gele können aus organischen Verbindungen, wie Kohlenhydraten einschließlich Kohlenhydraten wie Stärke; Polyacrylamid; Polyolen wie Pentaerythritol; oder proteinhaltigen Materialien, wie Gelatine in Lösungsmitteln wie Wasser, Aceton, Alkoholen, Dimethoxytetraglykol gebildet werden. Gele können auch aus anorganischen Verbindungen wie Metalloxiden, Metallalkoxiden oder Alkalimetallsalzen von Metalloxiden gebildet werden. Diese schließen Zinkoxid, Zinnoxid, Titanoxid, Zirkoniumoxid und Silikate und Aluminate in Lösungsmitteln, wie Wasser und Alkoholen, ein. Viele weitere Beispiele von Gelsystemen auf organischer und anorganischer Basis sind Fachleuten auf dem Gebiet bekannt. Nützliche Gele nehmen an Steifigkeit zu, wenn ein Teil des Lösungsmittels entfernt wird, nämlich durch Verdampfung.

[0059] In einer der bevorzugten Ausführungsformen ist das in der Zone des zweiten Typs vorhandene Gel ein Gel auf organischer Basis. Besonders bevorzugt sind Gele auf wässriger organischer Basis. Es wurde festgestellt, dass Polyhydroxy enthaltende Gele auf organischer Polymerbasis in den Wärmepackungen der Erfindung gute Dienste leisten. Eine Vielzahl an Polysacchariden ist daher in der vorliegenden Erfindung von Nutzen. Stärkegele erwiesen sich in einigen der Ausführungsformen der Erfindung als nützlich. Stärke umfasst eine Mischung von linearen (Amylose) und verzweigten (Amylopektin) Polymeren von α -D-Glucopyranosyleinheiten. Amylose ist ein lineares Polymer von D-Glucopyranosyleinheiten, die miteinander durch (1 \rightarrow 4)- α -Glucosid-Bindungen verbunden sind. Amylopektin ist ein hoch verzweigtes Polymer von α -D-Glucopyranosyleinheiten, die hauptsächlich (1 \rightarrow 4)-Bindungen sind, die aber auch an Verzweigungspunkten positionierte (1 \rightarrow 6)- α -Glucosid-Bindungen enthalten. Man nimmt an, dass (1 \rightarrow 6)- α -Glucosid-Bindungen wärmebeständiger sind als (1 \rightarrow 4)- α -Glucosid-Bindungen. Andere Nicht-Kohlenhydrat-Materialien, die von Stärke isolierbar sind, schließen Fettsäuren, Proteine, Enzyme und anorganische Materialien ein, die allgemein in kleinen Mengen vorliegen. Stärke kann von zahlreichen Quellen isoliert werden, darin eingeschlossen die Samen von Mais, wachsartigem Mais, Weizen, Roggen, Gerste, Sorghum oder Reis, oder die Wurzeln solcher Pflanzen, wie Tapioka, Kartoffel oder Pfeilwurz, oder aus dem Mark der Sagopalme.

[0060] Stärken sind allgemein durch ihre Gelatisierungstemperaturen charakterisiert, welches die Temperaturen sind, bei welchen anfänglich dünne, opake Stärkesuspensionen viskos, semiopak und schließlich transparent werden. Der Amylosegehalt reicht von nahezu null bis etwa 85 %, wobei die Mehrheit des Rests aus Amylopektin besteht. Die Verdickung einiger Stärkepasten wird durch die Assoziierung der linearen Moleküle von Amylose bewirkt. Maisstärke bildet ein starres Gel. Kartoffelstärke, Tapioka und Sago haben eine geringe Tendenz zum Gelieren. Wachshaltige Stärken (mit ungewöhnlich wenig oder ohne Amylose) gelieren nicht in verdünnten Dispersionen, sondern bilden in hohen Konzentrationen (30 %) reversible Gele, die bei 50-60°C erneut dispergieren.

[0061] Stärken können durch Vernetzen modifiziert werden, um ihre Scherbeständigkeit, Wärmebeständigkeit und Beständigkeit gegenüber extrem hohen oder niedrigen Konzentrationen von Wasserstoffionen zu erhöhen. Stärken können teilweise oxidiert werden für den Erhalt einer verbesserten Stabilität. Stärken können durch anorganische Veresterung mit Nitraten, Sulfaten, Phosphaten oder Xanthanaten oder durch organische Veresterung durch Behandlung mit Carbonsäuren, Säureanhydriden, Säurechloriden oder Vinylestern derivatisiert werden. Stärkeether können ebenfalls für die Verwendung in der vorliegenden Erfindung gebildet werden.

[0062] Einige organische Gele könnten als Brennstoffe für die Oxidationsmittel dienen aufgrund des Vorhandenseins von oxidierbaren funktionellen Gruppen, wie Hydroxylgruppen auf den Gelmolekülen. Wenn dies der

Fall ist, wird ein Gel gewählt, welches eine Reaktionsrate mit dem Oxidationsmittel besitzt, die niedriger ist als die Reaktionsrate der Oxidationsmittel mit den Primär- und Sekundärbrennstoffen, die für die Verwendung in Ausführungsformen der Erfindung ausgewählt werden. Somit ist eine allgemeine Voraussetzung für die in den Wärmepackungen der Erfindung verwendeten Geliermittel, dass sie nicht so chemisch reaktiv mit dem Oxidationsmittel sind wie die Brennstoffe. Es ist höchst wünschenswert, dass die Reaktion zwischen den Oxidationsmitteln und den Gelen nicht in nennenswerter Weise bei Temperaturen vonstatten geht, bei welchen die Wärmepackungen ihre Funktion erfüllen sollen, oder langsam über die Zeitmaßstäbe hinweg erfolgen, innerhalb welcher die Wärmepackungen betrieben werden sollen. Wenn diese Voraussetzung nicht berücksichtigt wird, wird das Gel wahrscheinlich durch die exotherme chemische Reaktion verbraucht, und die Vorteile, die das Gel den Wärmepackungen der Erfindung vermittelt, würden verloren gehen. Stärkegele sind ebenfalls für Säureattacken anfällig, welche die Tendenz haben, die Glycosidbindungen zu hydrolysieren und zu einer partiellen oder, unter drastischeren Bedingungen, vollständigen Depolymerisation von Stärke zu führen. Desgleichen ist eine hohe Reaktivität der Stärke zu dem sauren Reaktionsmedium (das vermutlich bei einigen der Ausführungsformen von Wärmepackungen der Erfindung anzutreffen ist) eine Überlegung bei der Auswahl der jeweiligen Stärke.

[0063] Ausführliche Informationen zur Gelierungstechnologie sind z. B. in wissenschaftlichen Veröffentlichungen, wie Livage, J. et al., Prog. Solid St. Chem., 18:259 (1988), verfügbar, die hiermit in ihrer Gesamtheit mit eingeschlossen sind. Die Stärkegelierung ist in der Encyclopedia of Polymer Science and Technology, Bd. 12, Interscience; John Wiley & Sons, Inc., New York, 1970, SS. 819-847, beschrieben.

[0064] Bevorzugte Stärken für die Verwendung in den Wärmepackungen der Erfindung sind Kaltwasser-Hydratisierungsstärken, die gegenüber sauren Bedingungen und Temperaturen bis 100°C beständig sind. Besonders bevorzugt sind jene Stärken, die Viskositäten von mindestens 300 Brabender-Einheiten (BU) bei 95°C zu Beginn und mindestens 400 BU bei 95°C nach 15 Minuten bei dieser Temperatur aufweisen. Stärker bevorzugt besitzen die Stärken Viskositäten von mindestens 350 BU zu Beginn bei 95°C und mindestens 450 BU nach 15 Minuten bei dieser Temperatur. Geeignete Stärken sind als MIRA THK® 468-Stärke (A.E. Staley Mfg. Co., Decatur, IL) verfügbar.

[0065] Die exothermen Reaktionen, die in den Wärmepackungen der Erfindung vonstatten gehen, sind aufgrund reversibler Veränderungen in den mechanischen Eigenschaften des Reaktionsmediums, einschließlich des vorgebildeten Gels, selbstmodulierend. Diese Veränderungen finden in Reaktion auf variierende Raten des Wärmeverlusts an die Umgebung oder in Reaktion auf nicht optimale Umgebungstemperaturen statt. Die Entfernung von Lösungsmittel aus dem Gel durch Verdampfung und anschließende Kondensation auf Kondensationsflächen, die in dem Behälter während des Betriebs der Wärmepackung vorliegen, verfestigt das Gel. Diese Verfestigung verringert die Diffusionsrate der chemischen Reaktanten zueinander und verringert dadurch die Rate der exothermen chemischen Reaktion zwischen dem Oxidationsmittel und den Brennstoffen. Die Zugabe von Lösungsmittel zu dem Gel kehrt diese Verfestigung um und erhöht die Diffusionsrate und damit die Rate der exothermen chemischen Reaktion.

[0066] Die Wahl des Lösungsmittels basiert in erster Linie auf der Wärmekapazität, dem Entzündungspunkt, dem Dampfdruck und der Korrosivität, da die Vorrichtungen für die Verwendung bei relativ hohen Temperaturen ausgelegt werden können. Das Lösungsmittel sollte nicht als Brennstoff für die in der Erfindung verwendeten Oxidationsmittel fungieren. Hohe Wärmekapazitäten sind für einen effizienten Betrieb erwünscht. Hohe Entzündungspunkte sind aus Sicherheitsgründen erwünscht. Die Dampfdrücke müssen ausreichend sein, um eine Verdampfung von Lösungsmittel nach Erreichen von Temperaturen zu ermöglichen, welche sich der maximalen Betriebstemperatur (T_{max}) der Wärmepackung annähern. Andererseits sind zu hohe Dampfdrücke aufgrund von Sicherheitsbedenken unerwünscht, da es in diesem Fall zu einem Zerbersten des Behälters kommen kann. Gering korrosive Lösungsmittel sind erwünscht, um die Wahl der Behältermaterialien nicht unangemessen einzuschränken. Für zahlreiche der bevorzugten Ausführungsformen erweist sich Wasser als ein geeignetes Lösungsmittel.

[0067] Die Lösungsmittel, die in der Zone des zweiten Typs eingeschlossen sind, sind vorzugsweise jene, die solche Dampfdrücke und Siedepunkte aufweisen, dass eine Verdampfung von Lösungsmittel bei einem Temperaturbereich einzusetzen beginnt, welcher bei Gebrauch der Vorrichtung erreicht werden soll. Wie weiter unten beschrieben, wird diese Eigenschaft des Lösungsmittels als ein Temperaturmodulierungsmittel verwendet. Zum Beispiel beginnt das Lösungsmittel vorzugsweise zu verdampfen, wenn die Temperatur der Packung in die Nähe einer vorbestimmten maximalen Betriebstemperatur anzusteigen beginnt. Diese vorbestimmte maximale Betriebstemperatur ist auch allgemein eine Temperatur, bei welcher die exotherme chemische Reaktion zwischen dem Oxidationsmittel und dem Sekundärbrennstoff auf effiziente Weise abläuft. Die Betriebstempe-

ratur der Wärmepackung wird auf einen gewünschten Level für einen gewünschten Wärmeverlust durch Variieren der Konzentrationen von Oxidationsmitteln, Brennstoffen und Gel eingestellt. Eine derartige Einstellung liegt im Kenntnisbereich eines Fachmanns. Lediglich Routineexperimente sind zur Wahl geeigneter Konzentrationen für eine spezielle Anwendung erforderlich. Geeignete Betriebstemperaturen für die meisten Anwendungen liegen innerhalb eines Bereichs von etwa 30°C bis etwa 120°C. Höhere und niedrigere Betriebstemperaturen können für spezielle Anwendungen gewählt werden. Wie weiter unten ausführlicher beschrieben, dient die Verdampfung des Lösungsmittels dazu, die Reaktionsrate zwischen dem Oxidationsmittel und den Brennstoffen zu verringern. Das Lösungsmittel sollte sich nicht wie ein Brennstoff für das Oxidationsmittel verhalten. Ein geeignetes Lösungsmittel ist Wasser.

[0068] Für die Vorrichtungen der Erfindung ist das Lösungsmittel ein beliebiges, das sowohl das Oxidationsmittel als auch die Brennstoffe solubilisieren kann und welches das vorgebildete und reversibel verfestigbare Gel trägt. Für solche anorganischen Oxidationsmittel, zum Beispiel Alkalimetallsalze von Permanganat, Polyhydroxy-Brennstoffe und Gele auf Stärkebasis ist beispielsweise wie hierin beschrieben das bevorzugte Lösungsmittel Wasser. Wasser dient auch als ausgezeichnetes Wärmeübertragungsmedium in der vorliegenden Erfindung. Das in der vorliegenden Erfindung verwendete Wasser kann Leitungswasser sein, obgleich es bevorzugt ist, Wasser mit kontrollierter Qualität, wie destilliertes oder entionisiertes Wasser, zu verwenden. Der am meisten bevorzugte Typ von Wasser für die Verwendung in der Erfindung ist entionisiertes Wasser.

[0069] Die Konzentrationen der Reaktanten werden so gewählt, um die gewünschten Raten der Wärmezeugung, die Peak-Betriebstemperaturen und T_{\max} zu erreichen. Fachleute auf dem Gebiet wissen, wie Konzentrationen zu variieren sind, bis die geplanten Parameter erreicht werden. Eine Verdünnung der Reaktanten im Lösungsmittel und die Verringerung von deren Konzentrationen dadurch beschränken den Kontakt des Oxidationsmittels und des Brennstoffs oder der Brennstoffe. Die Verringerung der Konzentrationen entweder des Oxidationsmittels oder der Brennstoffe in einem Lösungsmittel verringert die Gesamtreaktionsrate und senkt die Maximaltemperatur ab. Eine Verdünnung erhöht auch die Zeitdauer, über die Wärme erzeugt wird, aufgrund der Wärmemenge von Lösungsmittel.

[0070] Temperaturstabilisierungseinrichtungen können in der Wärmepackung eingeschlossen sein. Solche Temperaturstabilisierungseinrichtungen ermöglichen das Verbleiben der Wärmepackung auf einer bestimmten Temperatur, selbst wenn die Wärmeübertragung geringer als geplant ist oder die Umgebungstemperatur höher als geplant ist. Die gegebene Temperatur, die beibehalten werden soll, kann beispielsweise die Betriebstemperatur sein.

[0071] Geeignete Temperaturstabilisierungseinrichtungen schließen Phasenänderungsmaterialien ein. Phasenänderungsmaterialien sollen die latente Wärmeabsorption in Verbindung mit einem umkehrbaren Phasenänderungsübergang, wie einem Fest-Flüssig-Übergang, nutzen. Bestimmte Phasenänderungsmaterialien absorbieren oder emittieren auch Wärme bei Fest-Fest-Phasenübergängen. Die Phasenänderungsmaterialien, die für die vorliegende Erfindung bevorzugt sind, nutzen einen umkehrbaren Fest-Flüssig-Übergang.

[0072] Phasenänderungsmaterialien speichern Wärmeenergie in der Form einer physikalischen Zustandsänderung, wenn das Kernmaterial schmilzt oder gefriert oder einen Fest-Fest-Übergang erfährt. Um die Fähigkeit der Phasenänderungsmaterialien aufrechtzuerhalten, zwischen festen und flüssigen Phasen im Kreislauf geführt zu werden, ist es wichtig, die Dispergierung der Phasenänderungsmaterialien über das Lösungsmittel (oder Trägerfluid) zu verhindern, wenn sie in flüssiger Form vorliegen. Eine Methode, die erfolgreich war, ist die Verkapselung der Phasenänderungsmaterialien innerhalb einer dünnen Membran oder Hülle. Solche dünnen Membranen oder Hüllen sollten erwünschter Weise die Wärmeübertragung in oder aus den Kapseln nicht wesentlich behindern. Die Kapseln können erwünschter Weise auch klein genug sein, um einen relativen großen Oberflächenbereich vorzusehen. Dies macht eine rasche Wärmeübertragung zu und von dem Trägerfluid möglich. Solche Kapseln sind als Mikrokapseln bekannt. Mikrokapseln haben eine Größe im Bereich von etwa 1,0 bis etwa 1000 Mikrometer und werden gemäß herkömmlichen Verfahren, die Fachleuten auf dem Gebiet wohlbekannt sind, gebildet.

[0073] Die Zusammensetzung des Phasenänderungsmaterials wird modifiziert, um optimale thermische Eigenschaften für einen bestimmten Temperaturbereich zu erhalten. Zum Beispiel steht der Schmelzpunkt für eine Reihe von paraffinischen Kohlenwasserstoffen (normale, geradkettige Kohlenwasserstoffe der Formel C_nH_{2n+2}) direkt mit der Zahl der Kohlenstoffatome in Zusammenhang, wie in der nachfolgenden Tabelle gezeigt.

Tabelle 1

Verbindungsname	Kohlenstoffe	Schmelzpunkt (°C)
n-Tridecan	13	-5,5
n-Tetradecan	14	5,9
n-Pentadecan	15	10,0
n-Hexadecan	16	18,2
n-Heptadecan	17	22,0
n-Octadecan	18	28,2
n-Nonadecan	19	32,1
n-Eicosan	20	36,8
n-Heneicosan	21	40,5
n-Docosan	22	44,4
n-Tricosan	23	47,6
n-Tetracosan	24	50,9
n-Pentacosan	25	53,7
n-Hexacosan	26	56,4
n-Heptacosan	27	59,0
n-Octacosan	28	61,4
n-Nonacosan	29	63,4
n-Triacontan	30	65,4
n-Hentriacontan	31	68,0
n-Dotriacontan	32	70,0
n-Tritriacontan	33	71,0
n-Tetratriacontan	34	72,9
n-Hexatriacontan	36	76,1

[0074] Zusätzlich zu den hier aufgelisteten Kohlenwasserstoffen können andere paraffinische Kohlenwasserstoffe mit einer größeren (oder kleineren) Zahl an Kohlenstoffatomen mit einem höheren (oder niedrigeren) Schmelzpunkt ebenfalls bei der praktischen Durchführung der Erfindung zur Anwendung kommen. Weiterhin werden plastische Kristalle, wie 2,2-Dimethyl-1,3-propandiol (DMP) und 2-Hydroxymethyl-2-methyl-1,3-propandiol (HMP) und dergleichen ebenfalls für die Verwendung als Temperaturstabilisierungseinrichtungen in Betracht gezogen. Wenn plastische Kristalle Wärmeenergie absorbieren, wird die Molekularstruktur modifiziert, ohne die feste Phase zu verlassen. Kombinationen beliebiger Phasenänderungsmaterialien können ebenfalls genutzt werden.

[0075] Um die Initiierung der exothermen Oxidationsreaktion zu ermöglichen, müssen der Primärbrennstoff und Oxidationsmittel miteinander in Kontakt kommen. Dies wird vorzugsweise in der vorliegenden Erfindung durch Öffnen, gezieltes Perforieren, Aufbrechen oder anderweitiges Unter-Druck-Setzen des Separators zwischen den Zonen, welche das Oxidationsmittel und die Primärbrennstoff/Gel-Mischung enthalten, bewerkstelligt, sodass die Oxidationsreaktionspartner miteinander in Berührung kommen können. In einer bevorzugten Ausführungsform wird die Primärbrennstoff/Gel-Mischung in die das Oxidationsmittel und den Sekundärbrenn-

stoff enthaltende Zone nach der Unter-Druck-Setzung des Separators überführt. Jedoch wird ebenfalls erwogen, dass das Oxidationsmittel und der Sekundärbrennstoff in die Zone, welche die Primärbrennstoff/Gel-Mischung enthält, nach der Unter-Druck-Setzung des Separators überführt werden können. Jede der Zonen kann Phasenänderungsmaterial enthalten.

[0076] Es ist bevorzugt, dass der Separator ein Material umfasst, das dessen Zerbersten, Perforation oder Unter-Druck-Setzung ermöglicht, wenn der Behälter manuell verformt wird. In Ausführungsformen, welche mehr als ein Einzelpaar von Behälterzonen umfassen, wird in Erwägung gezogen, dass die Wärmepackung der Erfindung eine in geeigneter Weise erhöhte Zahl von Separatoren umfasst, sodass eine Verbindung zwischen Zonen jedes Typs hergestellt werden kann, die ausreicht, um die gewünschte Wärme bereitzustellen. Eine Vielzahl an Separatoren ist ebenfalls möglich in Ausführungsformen, welche nur ein einzelnes Zonenpaar nutzen. Die Erfindung wird nicht durch die Aneinanderreihung oder Konfiguration der Zonen in der Wärmepackung beschränkt.

[0077] Druck gegen oder entlang dem Separator zerbricht, perforiert oder setzt den Separator auf andere Weise gezielt unter Druck, wobei die Außenflächen des Behälters und die den Behälter und Zonen der ersten und zweiten Typen umgebenden Oberflächen intakt gelassen werden. Der Separator könnte aus einer beliebigen aus einer Reihe von funktionellen Konfigurationen aufgebaut sein. In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst der Separator eine spröde oder geschwächte Wand, die sich zwischen Zonen des ersten Typs und Zonen des zweiten Typs erstreckt, welcher manuell abtrennbar ist, wodurch der Separator unter Druck gesetzt wird. In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der Separator eine spröde oder geschwächte Wand eines Behälters, welcher eine Zone des ersten Typs umfasst, welche so angepasst ist, um in einer Zone des zweiten Typs enthalten zu sein.

[0078] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird der Separator durch die Verwendung von Ziehbolzen unter Druck gesetzt. Nachdem an ihnen gezogen wurde, setzen die Ziehbolzen den Separator unter Druck, und es wird für eine Verbindung zwischen der Oxidationsmittelzone und der Primärbrennstoff/Gel-Zone gesorgt. In einer weniger bevorzugten Ausführungsform umfasst der Separator ein Loch mit einem Stopfen, welcher entfernbar ist, wenn Druck darauf angewandt wird. Eine Verbindung wird wiederum durch den Separator vorgesehen. Wir bevorzugen am meisten, dass der Separator eine Wand mit geschwächten oder dünnen Bereichen umfasst, welche zerbersten, wenn Druck dagegen ausgeübt wird. In einer weiteren Ausführungsform umfasst der Separator eine Wand mit einer Vielzahl an Perforationen, welche unter ausgeübtem Druck zerbersten und den Inhalt der Zonen aneinander exponieren. Der Separator kann ebenso aus einer beweglichen Scheibe oder einem Deckel, der durchbohrt ist oder ähnlichem, oder einem Ventil, wie einem zerbrechlichen Ventil, bestehen.

[0079] Alternativ ist der Separator so konfiguriert, um eine oder vorzugsweise mehrere Risse oder Schlitzte zu bilden, wenn der Separator einem Außendruck ausgesetzt wird. Die Risse können sich einwärts von den Rändern oder vom Umfang des Separators erstrecken oder sie können zwischen den Rändern oder dem Umfang des Separators angeordnet sein. Allerdings wird jegliches adäquate Mittel zum Unter-Druck-Setzen des Separators für die Verwendung in der vorliegenden Erfindung erwartet. Jene mit Erfahrung auf dem Gebiet werden andere mögliche Varianten erkennen.

[0080] Der Behälter umfasst vorzugsweise ein flexibles Material, welches nicht in schädlicher Weise durch einen der Inhalte der einzelnen Zonen beeinträchtigt wird und welches gegenüber der zu erzielenden Temperatur beständig ist. Solche Materialien können polymer sein und schließen Polyethylen, Polypropylen, Polyester (wie MYLAR®, von DuPont beziehbare Folie), Aluminium, aluminisierte Polymerfolie und andere herkömmliche plastische oder andere Verpackungsmaterialien, die für die Aufnahme von erwärmten Flüssigkeiten wie Kautschuk, Vinyl, vinylbeschichtetem Gewebe und Polyethylen geeignet sind, ein. Eine Dicke von etwa 0,02 mm bis etwa 0,1 mm erwies sich unter Verwendung von klarem Vinyl als zufrieden stellend. Dies ermöglicht, dass der Behälter als dünnwandige Hülle fungiert, welche sich der Form ihrer Umgebung anpasst.

[0081] Der Behälter ist vorzugsweise aus dünnem, flexiblem, wärmeleitendem Material aufgebaut, welches eine obere Schicht und eine untere Schicht umfasst, die an den Rändern miteinander verklebt sind zur Bildung einer hermetisch versiegelten, im Wesentlichen planaren Hülle.

[0082] Am meisten bevorzugt ist der Behälter vakuumversiegelt, wobei die obere und untere Schicht zusammengezogen sind. Dies ist besonders erwünscht für die Zone des ersten Typs, die das gebundene Oxidationsmittel enthält, und in bestimmten bevorzugten Ausführungsformen für den festen Sekundärbrennstoff. Diese trockenen Komponenten sind in bestimmten Ausführungsformen gleichmäßig über die Zone verteilt, da die

Zone vakuumverpackt ist. In anderen Ausführungsformen sind diese Komponenten in einer Reihe kleinerer Stapel der Gesamtmenge an gebundenem Oxidationsmittel und gegebenenfalls des Sekundärbrennstoffs angeordnet. Diese Stapel sind selbst gleichmäßig über die Zone verteilt, da die Zone vakuumverpackt ist. Diese gleichmäßigen Verteilungen der Komponenten oder Stapel von Komponenten innerhalb dieser Zone führen zu einer gleichmäßigen Wärmeerzeugung während des Betriebs der Vorrichtung. In bevorzugten Ausführungsformen ermöglicht eine Vakuumverpackung auch eine leichte Ausdehnung der Zonen, wenn die Inhalte der Wärmepackung miteinander reagieren, und es entsteht ein leichter positiver Gasdruck. Diese Ausdehnung erzeugt den Dampfraum und die Oberfläche des Behälters über dem Reaktionsmedium, die für die vorliegende Erfindung erforderlich ist. Dieser Raum kann bei Betrieb der Vorrichtung durch eine Reihe anderer alternativer Packungskonstruktionen erzeugt oder erzeugbar gemacht werden. Eine derartige alternative Packungskonstruktion liegt innerhalb des Kenntnisstands des Fachbereichs.

[0083] In einer bevorzugten Ausführungsform ist das wärmeleitende Material eine Metallfolie, wie eine, die im Wesentlichen aus Aluminium oder Kupfer zusammengesetzt ist, oder eine metallisierte Kunststofffolie, wie aluminisierter Polyester, zum Beispiel MYLAR®. Die Ränder des Materials werden durch ein beliebiges geeignetes Mittel, zum Beispiel durch Verlöten, Wärmesiegeln, Ultraschallschweißen, Lösungsmittelschweißen, Faltversiegeln oder die Verwendung von Klebstoffen miteinander verbunden bzw. verklebt.

[0084] Während der Herstellung der Wärmepackung umfasst der Behälter vorzugsweise ein offenes Ende oder eine Seite bei jeder der Zonen für die Einführung der Primärbrennstoff/Gel-Mischung bzw. von Oxidationsmittel/Sekundärbrennstoff. Die anderen Seiten oder Ränder werden vor dieser Einführung versiegelt. Nach der Zusetzung des Primärbrennstoffs/Gels und von Oxidationsmittel zu den verschiedenen Zonen des Behälters werden die offenen Seiten versiegelt, um die Behälter flüssigkeits- und luftdicht zu machen. Die Größe und die Gestalt des Behälters sowie die Aneinanderfügung und Konfiguration von Zonen innerhalb des Behälters variieren je nach der Anwendung, für welche dieser verwendet wird. Daher sind alternative Zusammenfügungs- bzw. Montageverfahren verfügbar, um die Wärmepackung richtig zusammenzubauen. Zum Beispiel könnte in bestimmten bevorzugten Ausführungsformen ein Zonentyp vakuumversiegelt werden, bevor der andere Zonentyp beladen wird, z. B. in einer ringförmigen Anordnung von Zonen, oder der Bag-in-Bag-Anordnung. Eine spezielle Ausführungsform verwendet eine Stapelanordnung von Zonen. Die Erfindung ist nicht durch die Anordnung von Zonen innerhalb des Behälters beschränkt.

[0085] Nach dem Zusammenbau und vor ihrem Gebrauch befindet sich die Wärmepackung in einem statischen Zustand, wobei die Wärmepackung vorzugsweise nach einer einzelnen Anwendung abnehmbar bzw. entsorgbar ist. In einer alternativen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird eine Vielzahl an Zonen des ersten und/oder zweiten Typs für die Verwendung in der Wärmepackung der vorliegenden Erfindung in Betracht gezogen. Wie zuvor erwähnt, könnte mehr als ein Separator in diesen Ausführungsformen sowie den Ausführungsformen mit nur einem einzigen Zonenpaar zur Anwendung kommen.

[0086] Um die Erfindung zu nutzen, setzt der Anwender den Separator unter Druck oder öffnet diesen auf andere Weise. Der Anwender verteilt dann manuell oder auf andere Weise den Inhalt einer Zone in die andere Zone, oder umgekehrt. In bevorzugten Ausführungsformen werden die Inhalte der Primärbrennstoff/vorgebildetes Gel/Lösungsmittel enthaltenden Zone in die gebundenes Oxidationsmittel/optionalen Sekundärbrennstoff enthaltende Zone verteilt.

[0087] Es gibt eine Reihe von Anwendungen, für welche die Wärmepackungen der vorliegenden Erfindung nützlich sind. Wärme wird durch Konvektion durch das flüssige Medium in der Wärmepackung zu den Außenflächen der Vorrichtung übertragen, wo sie weiter zu anderen Körpern übertragen wird, entsprechend der spezifischen Anwendung, für welche die Wärmepackung verwendet wird. In solchen Anwendungen soll die Wärmepackung die geeigneten Formen für diese Anwendungen annehmen. Die Wärmepackung soll Nahrungsmittel oder Getränke in bestimmten Ausführungsformen beispielsweise erwärmen. Die zur Erwärmung von Nahrungsmitteln oder Getränken verwendete Wärmepackung kann so konstruiert sein, um bestimmte Leistungskriterien wie die Erzielung einer bestimmten Betriebstemperatur innerhalb einer bestimmten Zeit zu erfüllen. Zum Beispiel kann die Wärmepackung so ausgelegt sein, um 60°C innerhalb von zwölf Minuten zu erreichen. Für bestimmte militärische Anwendungen ist dieses Leistungskriterium kritisch.

[0088] Die Wärmepackung der vorliegenden Erfindung findet auch in entfernt gelegenen Wildnisregionen für Erholungszwecke oder in Rettungsoperationen in jeglichem Bereich, wo kompakte, selbsterwärmende Vorrichtungen erwünscht sind, Verwendung. Die Wärmepackung lässt sich einfach für die Aufwärmung von Schockopfern oder die Behandlung oder Verhinderung von Erfrierungen einsetzen. Andere Anwendungen, wie das Erwärmen von Bekleidungsartikeln, einschließlich Handschuhen, Stiefeln und anderer Fußbekleidung,

werden in Betracht gezogen.

[0089] Die Wärmepackungen der vorliegenden Erfindung lassen sich leicht an die Verwendung in chirurgischen oder anderen medizinischen Anwendungen, wie bei der Human- oder Veterinärchirurgie, anpassen. Während der Operation fallen die Kernkörpertemperaturen häufig auf unerwünschte Höhen ab. Die Wärmepackung der vorliegenden Erfindung kann leicht zur Erwärmung von Patienten eingesetzt werden. Weil die vorliegenden Wärmepackungen ausgezeichnete Temperaturstabilitätscharakteristika besitzen, werden ein Unbehagen beim Patienten und letztendliche Gewebeschmerzen aufgrund von Überhitzung in signifikanter Weise minimiert.

[0090] Für diese und andere Anwendungen schließt die Wärmepackung vorzugsweise ein Befestigungsmittel ein, welches die Anfangspositionierung der Wärmepackung, z. B. auf einem Gliedmaß, ermöglicht. Die anschließende Aktivierung der Vorrichtung erfolgt dann ohne eine weitere Einstellung der Position. Geeignete Befestigungsmittel schließen Riemen, Klebeband oder wiederverwendbare Streifen wie VELCRO®-Streifen, ein. Derartige chirurgischen Anwendungen lassen sich leicht ausführen, wenn die Wärmepackung als Manschette ausgelegt ist, welche so dimensioniert ist, damit sie um ein Gliedmaß, wie das Bein eines Menschen, Pferdes, Hundes oder irgendeines anderen Tiers, an dem eine tierärztliche Operation durchgeführt wird, gelegt werden kann. Oder es können flache Wärmepackungen in eine Gewebemanschette oder Umhüllung eingeführt werden. Erwünschtermaßen ist der Manschettendurchmesser einstellbar, was die Verwendung derselben Manschette bei einer Vielzahl von Patienten erlaubt. Alternativ ist die Wärmepackung als ein Polster ausgelegt, was das Erwärmen von ausgedehnten Körperflächen, wie dem Rücken oder der Brust eines Menschen oder Tieres, die zu erwärmen sind, ermöglicht. Die Wärmepackung kann entweder vor oder nach dem Kontakt mit dem zu erwärmenden Objekt in einer der Anwendungen aktiviert werden, für welche die Wärmepackung verwendet werden kann, und zwar so, wie es für den Anwender am zweckmäßigsten ist. Der Ausdruck "Aktivierung", wie hierin verwendet, bezieht sich auf die Unter-Druck-Setzung oder eine andere Operation des Separators, das Mischen der Inhalte der Zonen des Einmalgebrauchs-Behälters und damit das Initiieren einer exothermen chemischen Reaktion sowie das manuelle oder sonstige Vermischen der Inhalte der Wärmepackung miteinander, um eine gleichmäßige Verteilung der Inhalte und damit ein gleichmäßiges Erwärmen sicherzustellen.

[0091] Die Wärmepackung der vorliegenden Erfindung kann leicht angepasst werden, um in therapeutischen Anwendungen angewandt zu werden. Zahlreiche Arten von Verletzungen werden am meisten erwünscht durch die Anwendung von Wärme behandelt. Diese schließen Muskel- und Bänderzerrungen und -überdehnungen sowie solche Leiden, wie Rheuma, Arthritis und dergleichen ein. Solche Anwendungen der Wärmepackung würden auch das Ausgestalten der Wärmepackung als Manschette oder ein Polster erfordern und schließen Befestigungsmittel, wie weiter oben beschrieben, ein.

[0092] Die Erfindung stellt auch ein Verfahren zur Erwärmung eines Gegenstands mit einer selbsterwärmenden Wärmepackung mit entsorgbarer Flüssigkeit dar. Das Verfahren besteht in der Bereitstellung einer Wärmepackung wie weiter oben beschrieben, der Aktivierung der Wärmepackung durch Unter-Druck-Setzen des Separators, im manuellen oder sonstigen Vermischen der Inhalte von Zonen des ersten und zweiten Typs miteinander, um einen Kontakt von deren Inhalten sicherzustellen und der anschließenden praktischen Anwendung der dadurch initiierten exothermen Reaktion bei der Erwärmung eines Gegenstands. Dies wird am wirksamsten durch Herstellen und Beibehalten eines thermischen Kontakts zwischen dem Gegenstand und der Wärmepackung bewerkstelligt. In einigen Ausführungsformen ist die Wärmepackung ein fester Bestandteil eines Behälters für eine zu erwärmende Substanz, wie eines Behälters für Nahrungsmittel oder Getränke. In anderen Ausführungsformen wird die Wärmepackung einfach dem zu erwärmenden Gegenstand hinzugefügt oder in geeigneter Weise adaptiert, um sich dem zu erwärmenden Gegenstand anzupassen.

[0093] Die Erfindung wird weiter in den nachfolgenden Beispielen beschrieben, welche den Umfang der in den Ansprüchen beschriebenen Erfindung nicht beschränken.

Beispiele

[0094] Die folgenden Beispiele haben Beispielcharakter für einige spezifische Ausführungsformen der Erfindung und die Leistungscharakteristika der Erfindung.

Beispiel: Wärmepackung für die Verwendung mit einer Fertig Mahlzeit

[0095] Eine Wärmepackung für die Verwendung mit einer tragbaren Mahlzeit wurde wie folgt hergestellt. Ein

Vinylbehälter mit den Maßen von etwa 8 × 10 Inch wurde hergestellt und als er befüllt und versiegelt war, war die Dicke des Behälters wesentlich dünner als irgendeine von dessen anderen Abmessungen. Der Behälter wies eine Zone des ersten Typs für das gebundene Oxidationsmittel und Sekundärbrennstoff, eine Zone des zweiten Typs für den Primärbrennstoff und Stärkegellösung und eine zerbrechliche Versiegelung zwischen der Oxidationsmittelzone und der Brennstoffzone auf. Die Zonen enthielten die folgenden Bestandteile: die Zone des ersten Typs enthielt 20 Gramm Puderzucker und 27 Gramm 100-Mesh-Teilchen von gebundenem Oxidationsmittel, die wie folgt hergestellt werden.

[0096] Das Oxidationsmittel (23,7 g Kaliumpermanganatpulver) wurde mit 13 ml einer 25 Gew.-%igen Natriumsilikatlösung, die durch Verdünnen einer Natriumsilikatlösung von 42 Baume mit Wasser zubereitet wurde, um ausgefallte Feststoffe zu lösen, vermischt. Die Mischung wurde auf einer flachen Oberfläche ausgebreitet und zu einer Schicht getrocknet, welche anschließend zu 100-Mesh-Teilchen für die Verwendung in der Erfindung erneut gemahlen wurde.

[0097] Das trockene gebundene Oxidationsmittel (Kaliumpermanganat/Natriumsilikat) und Puderzucker wurden innig vermischt und gleichmäßig über die Innenfläche einer Seite des Beutels verteilt. In anderen Ausführungsformen wurden diese trockenen Bestandteile in mehrere poröse, leicht benetzte innere Beutel aufgeteilt, anstatt über eine horizontale Fläche ausgebreitet zu werden. Diese Beutel waren in der Lage, miteinander über ein dünnes absorbierendes Material in Flüssigverbindung zu stehen, welches die Flüssigbestandteile zu jedem inneren Beutel überführen konnte. Die Flüssigkeit konnte durch das absorbierende Material hindurch angesaugt werden und den Inhalt jedes inneren Beutels benetzen. Die inneren Beutel umfassten die Zone des ersten Typs.

[0098] 16,7 Vol.-% Glycerin und 1,5 Gramm Mira-Thik® 468-Stärke wurden in 68 ml entionisiertem Wasser für die Zone des zweiten Typs solubilisiert. Diese Zone wurde versiegelt und entlang eines Endes des Beutels angeordnet. Der gesamte äußere Beutel wurde danach evakuiert, um die trockenen Bestandteile an ihrem Ort zu halten und um die Verteilung der flüssigen Komponenten nach dem Aufbrechen der Versiegelung zwischen den Zonen zu unterstützen. Der Behälter wurde versiegelt und war anschließend für den Gebrauch bereit.

[0099] Nach der Aktivierung der Wärmepackung durch Unter-Druck-Setzen der zerbrechlichen Versiegelung erreichte die Wärmepackung eine Betriebstemperatur von ungefähr 95°C innerhalb von zwei Minuten. Diese Betriebstemperatur wurde für ungefähr 90 Minuten aufrechterhalten, woraufhin die Vorrichtung im Verlauf von 180 Minuten wieder auf Umgebungstemperatur abkühlte.

[0100] Wir testeten erfolgreich andere Ausführungsformen der Wärmepackung der Erfindung für andere Anwendungen. Für die Humantherapie wurde eine Wärmepackung der gleichen Größe konstruiert und hergestellt. Für diese Wärmepackung waren die Bestandteile und das Herstellungsverfahren dieselben, mit der Ausnahme, dass 3 Gramm Stärke verwendet wurden. Beim Betrieb zeigte diese Wärmepackung eine Betriebstemperatur von 40°C innerhalb von zwei Minuten. Diese Betriebstemperatur wurde ungefähr 200 Minuten beibehalten. Selbstverständlich sind andere Versiegelungsmaterialien und Anordnungen möglich.

[0101] Eine weitere Ausführungsform der Erfindung verwendete 27 Gramm beschichtetes Oxidationsmittelpulver und 20 Gramm Puderzucker in der ersten Zone und 68 ml einer 33 Vol.-%igen Glycerinlösung und 1,5 Gramm Stärke in der zweiten Zone. Diese Packung erreichte ungefähr 105°C innerhalb von 5 Minuten und blieb bei dieser Temperatur über eine Stunde lang stabil.

Andere Ausführungsformen

[0102] Es versteht sich, dass die Erfindung zwar in Verbindung mit der ausführlichen Beschreibung davon beschrieben wurde, doch die vorausgehende Beschreibung den Umfang der Erfindung erläutern und nicht einschränken soll, welche durch den Umfang der anhängigen Ansprüche definiert ist.

Patentansprüche

1. Einmalgebrauchs-Heizvorrichtung, umfassend:
einen Einmalgebrauchs-Behälter (1) mit mindestens einer flüssigkeitsundurchlässigen ersten Zone (9) und mindestens einer flüssigkeitsundurchlässigen zweiten Zone (8);
einen zwischen der mindestens einen ersten Zone und der mindestens einen zweiten Zone angeordneten Separator (7), wobei der Separator so funktioniert, dass eine Verbindung zwischen den genannten Zonen vorgesehen wird;

eine Mischung, umfassend einen Primärbrennstoff, ein vorgebildetes verfestigbares Gel und ein verdampfbares Lösungsmittel in der mindestens einen zweiten Zone (8); und
 ein im Wesentlichen festes und teilchenförmiges Oxidationsmittel in der mindestens einen ersten Zone (9), wobei das Oxidationsmittel (34) eingebettet und dispergiert ist durch feste Stücke eines Bindemittels (32), welches in mindestens einem aus dem Lösungsmittel und dem Primärbrennstoff lösbar ist;
 wobei die Verbindung zwischen den ersten und zweiten Zonen (9, 8) das Mischen des Inhalts darin ermöglicht und bei Umgebungstemperatur eine exotherme chemische Primärreaktion unter Erzeugung von Wärme in dem Behälter (1) initiiert;
 wobei das auflösbare Bindungsmittel (32) sich während der exothermen chemischen Reaktion auflöst unter kontrollierbarer Freisetzung des teilchenförmigen Oxidationsmittels in einer vorbestimmten Rate;
 wobei der Behälter (1) einen Dampfraum einschließt und eine Kondensationsfläche über dem Inhalt der Zonen nach der Verbindung zwischen den Zonen vorgesehen wird;
 wobei das verdampfbares Lösungsmittel in den Dampfraum verdampft und auf der Kondensationsfläche verdampft, wenn die Temperatur der Vorrichtung sich einer vorbestimmten maximalen Temperatur während des Betriebs der Vorrichtung annähert, wodurch eine Verfestigung des Gels bewirkt wird; und
 wobei die Menge des vorgebildeten verfestigbaren Gels ausreicht, um zu verhindern, dass die exotherme chemische Reaktion die Temperatur des Behälters (1) über die vorbestimmte maximale Temperatur während des Betriebs der Vorrichtung hinaus schießt.

2. Heizvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Behälter (1) eine dünnwandige Hülle umfasst, die sich an die Form ihrer Umgebung anpasst.

3. Heizvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Behälter (1) ein polymeres Material umfasst.

4. Heizvorrichtung nach einem der Ansprüche 1-3, wobei das Oxidationsmittel (34) ein Alkalimetallsalz von Permanganat umfasst.

5. Heizvorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1-4, wobei das verdampfbares Lösungsmittel Wasser ist und die exotherme chemische Primärreaktion in einer wässrigen Umgebung auftritt.

6. Heizvorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1-5, weiterhin umfassend eine Temperaturstabilisierungseinrichtung in mindestens einer der Zonen (8, 9).

7. Heizvorrichtung nach Anspruch 6, wobei die Temperaturstabilisierungseinrichtung ein Phasenänderungsmaterial umfasst.

8. Heizvorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1-7, wobei das vorgebildete verfestigbare Gel ein organisches Material umfasst.

9. Heizvorrichtung nach Anspruch 8, wobei das organische Material Stärke ist.

10. Heizvorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1-9, wobei der Primärbrennstoff Glycerin umfasst.

11. Heizvorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1-10, weiterhin umfassend eine Vielzahl an Zonen (9) des ersten Typs und eine Vielzahl an Zonen (8) des zweiten Typs.

12. Heizvorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1-11, wobei der Separator (7) eine zerbrechbare Membran zum einmaligen Gebrauch ist.

13. Heizvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die exotherme chemische Reaktion eine Reduktions-Oxidations-Reaktion ist.

14. Heizvorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1-13, weiterhin umfassend einen Sekundärbrennstoff (36) in der mindestens einen ersten Zone, wobei der Sekundärbrennstoff in dem Lösungsmittel löslich ist und wobei die exotherme chemische Primärreaktion die Vorrichtung auf eine Temperatur erwärmt, welche eine exotherme chemische Sekundärreaktion initiiert.

15. Heizvorrichtung nach Anspruch 14, wobei der Sekundärbrennstoff (36) im Wesentlichen fest und teilchenförmig ist.

16. Heizvorrichtung nach den Ansprüchen 1-15, wobei das Bindungsmittel **(32)** Natriumsilikat ist.

17. Heizvorrichtung nach Anspruch 14, wobei das verdampfbare Lösungsmittel Wasser ist und die exothermen chemischen Primär- und Sekundärreaktionen in Wasser auftreten.

18. Heizvorrichtung nach Anspruch 14, wobei der Primärbrennstoff eine Polyhydroxyverbindung umfasst und der Sekundärbrennstoff **(36)** eine Polyhydroxyverbindung umfasst.

19. Verfahren zum Erwärmen von Gegenständen, umfassend die Schritte:

- a) Vorsehen der Einmalgebrauchs-Heizvorrichtung nach Anspruch 1;
- b) Kontaktieren der Vorrichtung mit einem zu erwärmenden Gegenstand;
- c) Unter-Druck-Setzen des Separators **(7)**, um den Kontakt zwischen den Zonen zu ermöglichen; und
- d) Vermischen des Inhalts der ersten und zweiten Zonen **(9, 8)**, um den Kontakt von deren Inhalt sicherzustellen, wodurch eine exotherme chemische Reaktion initiiert wird.

20. Verfahren nach Anspruch 19, wobei die Schritte c) und d) vor dem Schritt b) durchgeführt werden.

21. Verfahren nach Anspruch 19 oder 20, wobei der zu erwärmende Gegenstand ein Nahrungsmittel oder Getränk enthaltender Behälter ist.

22. Verfahren nach Anspruch 19 oder 20, wobei der zu erwärmende Gegenstand ein Körperteil eines Menschen oder Tieres ist.

23. Verfahren nach Anspruch 19 oder 20, wobei der zu erwärmende Gegenstand ein Bekleidungs- oder Schuhartikel ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

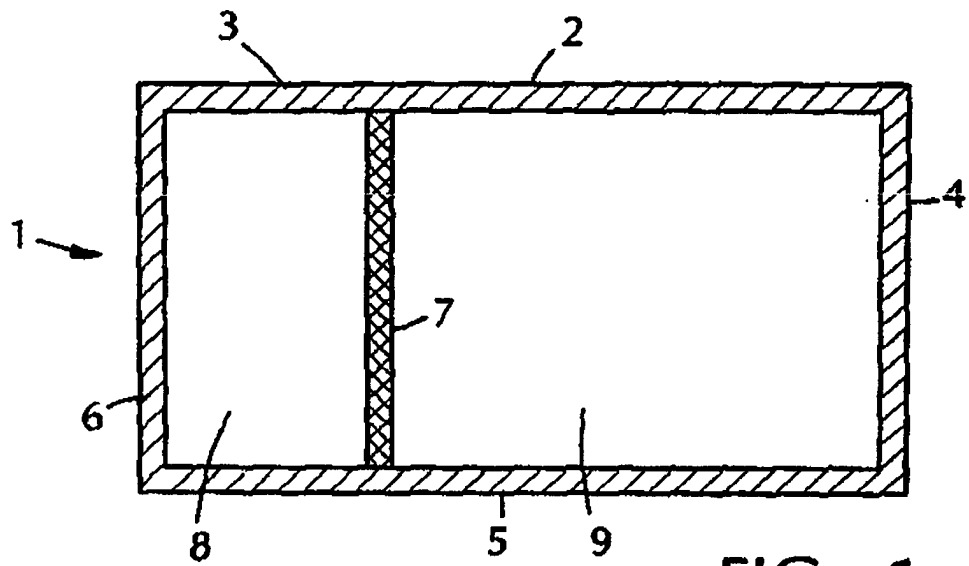


FIG. 1

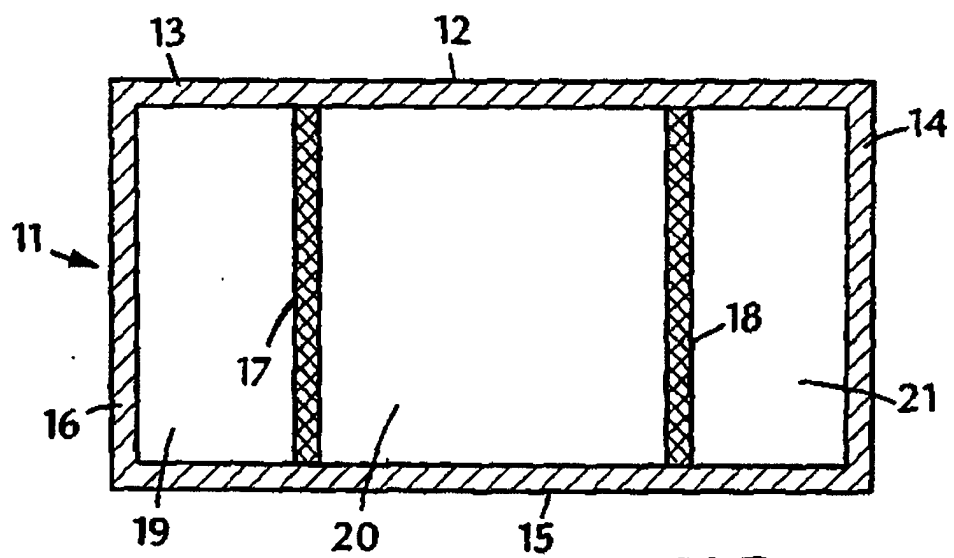


FIG. 2

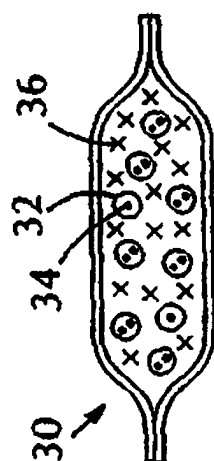


FIG. 3

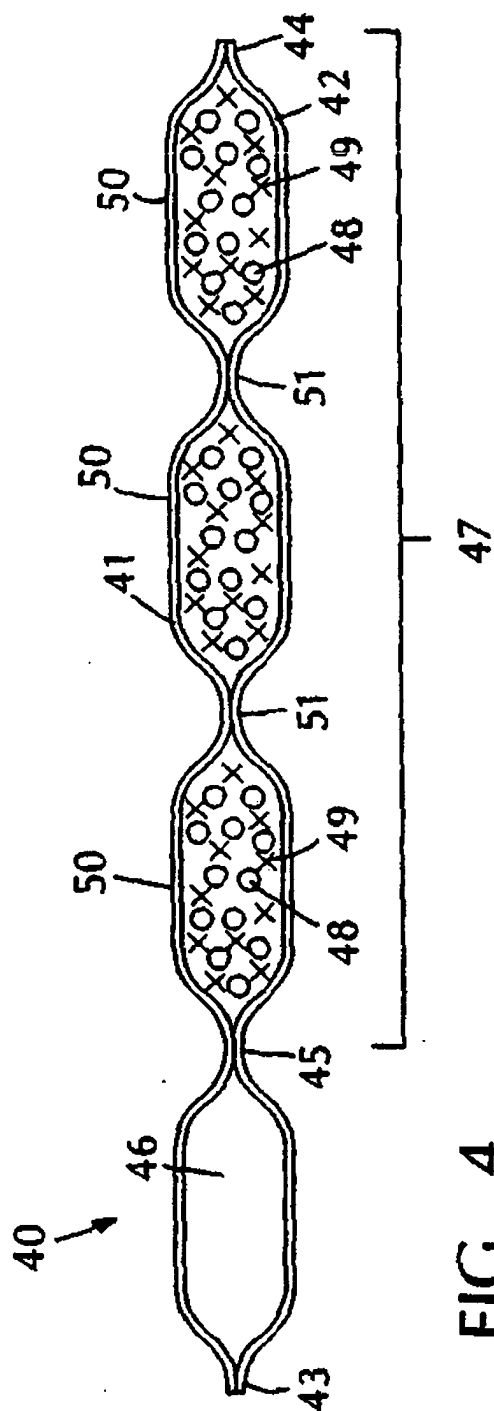


FIG. 4