



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 15 549 T2 2005.11.24**

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 200 288 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 15 549.8**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US00/12782**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 930 552.5**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 01/010686**

(86) PCT-Anmeldetag: **10.05.2000**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **15.02.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **02.05.2002**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **03.11.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **24.11.2005**

(51) Int Cl.7: **B60R 21/26**

(30) Unionspriorität:

**370347                      06.08.1999                      US**

(73) Patentinhaber:

**Key Safety Systems, Inc., Sterling Heights, Mich.,  
US**

(74) Vertreter:

**derzeit kein Vertreter bestellt**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, ES, FR, GB, IT**

(72) Erfinder:

**CANTERBERRY, B., J., Apollo Beach, US;  
BOWERS, Donald, Tampa, US; SOLOMON,  
Steven, Daniel, Lakeland, US**

(54) Bezeichnung: **AIRBAG- AUFBLASVORRICHTUNG MIT VARIABLER AUSGANGSLEISTUNG**

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 vorliegende Erfindung betrifft Gaserzeuger oder Gasgeneratoren für das Aufblasen von Fahrzeugrückhaltekissen, die im allgemeinen als Airbags bekannt sind.

**[0002]** Airbags werden seit einer gewissen Zeit verwendet, um die Insassen von Kraftfahrzeugen zu schützen. Genauer gesagt, diese Erfindung betrifft einen verbesserten Gasgenerator, der variierende Geschwindigkeiten des Aufblasens des Airbags bereitstellen kann. Die Geschwindigkeit des Aufblasens des Airbags kann mittels des Gasgenerators der Erfindung so gesteuert werden, daß sie sich an unterschiedliche Zusammenstoßbedingungen und/oder Insassenpositionen anpaßt.

**[0003]** Bei Airbag-Systemen ist typischerweise ein Kissen oder ein Sack vorhanden, das bei einem Zusammenstoß aufgeblasen wird, um für die Fahrzeuginsassen eine schützende Polsterung bereitzustellen. Um den Airbag aufzublasen, verwenden derartige Systeme einen Gasgenerator, um das Ausblasgas zu erzeugen. Verschiedene Gasgeneratoren sind bekannt, die nach unterschiedlichen Prinzipien funktionieren. Bei jedem Funktionsprinzip gibt es einen geringfügigen Unterschied hinsichtlich der Leistung, wie beispielsweise des Anstieges und des Absinkens des Druckes im Kissen mit der Zeit. Als solche werden fair verschiedene Anwendungen Gasgeneratoren bevorzugt, die nach unterschiedlichen Prinzipien funktionieren.

**[0004]** Damit Airbag-Systeme wirksam sind, müssen sie zum Zeitpunkt des Zusammenstoßes aktiviert werden, und eine richtige Aufblaszeit ist eine absolute Notwendigkeit. Andererseits, wenn sich der Airbag zu schnell aufbläst, kann der Fahrgast durch den sich aufblasenden Airbag verletzt werden. Um eine derartige Verletzung durch den sich ausblasenden Airbag zu verhindern, ist es erforderlich, daß die Aufblasgeschwindigkeit des Airbags gesteuert wird. Daher wurde eine mehrstufige Airbag-Vorrichtung vorgeschlagen, um diese widersprüchlichen Forderungen zu erfüllen, wie sie vorangehend beschrieben werden.

**[0005]** Die mehrstufige Airbag-Vorrichtung funktioniert so, daß der Airbag auf ein vorgegebenes Niveau während des Anfangsstadiums des Zusammenstoßes aufgeblasen wird, und daß er nach einer kurzen Pause vollständig aufgeblasen wird. Bei einer derartigen mehrstufigen Airbag-Vorrichtung können die Möglichkeiten der Verletzung bei einem Out-of-Position-Fahrzeuginsassen verringert werden, und es kann ein breiterer Bereich von Zusammenstoßbedingungen erfaßt werden.

**[0006]** Die Zeitintervalle zwischen der Entfaltung im Anfangsstadium und den Entfaltungen in den folgenden Stadien werden mit Bezugnahme auf die Gasmenge, die im ersten Stadium verwendet wird, und andere Faktoren festgelegt. Ein falscher Intervall beeinflusst den Airbag als Sicherheitsvorrichtung in nachteiliger Weise. Beispielsweise, wenn des Intervall zu kurz ist, kann er eine Verletzung hervorrufen, aber wenn der Intervall zu lang ist, wird die Stoßdämpfungswirkung des Airbags abgeschwächt, und das kann zu Verletzungen des Fahrzeuginsassen führen. Aus diesem Grund ist ein hoher Grad an Genauigkeit für den Zündverzögerungssignalgenerator erforderlich, dessen Funktion es ist, das erste gaserzeugende Material und danach das zweite und das dritte gaserzeugende Material zu aktivieren.

**[0007]** Ein typischer Zündverzögerungssignalgenerator wird aus einer komplizierten elektronischen Schaltung aufgebaut. Wegen der Kompliziertheit des Systems und der begleitenden hohen Kosten ist seine Anwendbarkeit bei derartigen wenig benutzten Vorrichtungen, wie beispielsweise Airbags, begrenzt. Wenn auch derartige anpassungsfähige Systeme wünschenswert sind, so erfordern sie doch typischerweise zusätzliche Bauteile beim Gasgenerator. Außerdem ist es noch schwieriger, einen anpassungsfähigen pyrotechnischen Gasgenerator bereitzustellen, der die Größenanforderungen für Fahrzeuge erfüllen wird, insbesondere für die Fahrerseite und Seitenaufprallanwendungen.

**[0008]** Zahlreiche Verfahrensweisen werden für anpassungsfähige Airbag-Systeme vorgeschlagen. Beispielsweise offenbart das US 4998751 einen zweistufigen Airbag-Gasgenerator für Automobile, der ein längliches Gehäuse mit einer Trennwand aufweist, die im Gehäuse angeordnet ist, die zwei Betten des pyrotechnischen gaserzeugenden Materials trennt. Die Trennwand des Gasgenerators des US 4998751 ist perforiert, und der Gasgenerator verwendet zwei Zündrohre. Das US 4998751 informiert ebenfalls darüber, daß die Zünder darin unterschiedlich sind, daß sie unterschiedliche Brenngeschwindigkeiten aufweisen, und daß eine Sicherung zwischen den zwei Zündrohren verläuft.

**[0009]** Das US 5368329 offenbart einen zweistufigen Gasgenerator, wo die Oberfläche der Scheiben des gaserzeugenden Materials durch Zertrümmern der Scheiben durch die Verwendung einer Doppelfunktionszündpille vergrößert wird.

**[0010]** Das US 5400487 offenbart ein variables Aufblssystem für Airbags, das einen Prozessor für das Auswählen derart benutzt, welcher von der Vielzahl von Gasgeneratoren einzeln initiiert wird, um einen optimalen Schutz für den Insassen zu bewirken. Der Prozessor ermittelt in Verbindung mit Beschleunigungssensoren und Insassenpositionssensoren die Anzahl der gaserzeugenden Materialbetten, die zu zünden sind, und die Verzögerung zwischen einer jeden Zündung.

**[0011]** Das US 5564743 offenbart ein mehrstufiges Airbag-Gasgeneratorsystem, worin das Gasgeneratorgehäuse zwei getrennte Kammern enthält, die jeweils ein gaserzeugendes Material und ein Zündsystem enthalten. Die Wand, die die zwei Kammern trennt, weist einen zerbrechlichen Abschnitt auf, der so ausgelegt ist, daß er als Reaktion auf ein vorgegebenes Niveau des Gasdruckes in einer der Kammern reißt, wodurch eine Fluidverbindung zwischen den Kammern bewirkt wird.

**[0012]** Das US 5630619 offenbart einen anpassungsfähigen Hybridgasgenerator für Airbags. Während sich die vorliegende Erfindung nicht mit Hybridgasgeneratoren befaßt, informiert dieses Patent über die Verwendung von zwei Druckbehältern und pyrotechnischen Heizvorrichtungen in jedem Druckbehälter. Die zwei Behälter sind mit einer mittleren Kammer verbunden, die Berstscheiben aufweist. Das US 5630619 ist repräsentativ für den Stand der Technik bei der Konstruktion des anpassungsfähigen Gasgenerators.

**[0013]** Das US 5765866 offenbart einen Airbag-Gasgenerator, der aufweist: ein Metallgehäuse; einen Drahtgeflechtfilter; Berstfolien aus nichtrostendem Stahl; und eine gaserzeugende Materialzusammensetzung, die von 5 bis 25 Gew.-% Glimmer enthält. Das US 5765866 schlägt nicht einen mehrstufigen Gasgenerator vor, der mindestens zwei Kammern enthält, die unterschiedliche Volumen und Mengen des pyrotechnischen gaserzeugenden Materials enthalten.

**[0014]** Das US-A-5799973 offenbart einen mehrstufigen Airbag-Gasgenerator, dessen technischen charakteristischen Merkmale im vorbeschreibenden Abschnitt des Patentanspruches 1 vorgelegt werden. Insbesondere umfaßt der mehrstufige Airbag-Gasgenerator ein Gehäuse, das in zwei Kammern unterteilt ist, die aneinander angrenzen. Jede Kammer weist auf: eine Verbrennungskammer mit einem festen gaserzeugenden Material; eine Zündeinrichtung für das Zünden des Materials; eine Filter/Kühlkammer; und Öffnungen in der Filter/Kühlkammer, die mit einer Folie abgedichtet sind.

**[0015]** In Übereinstimmung mit dem als Anhang beigefügten Patentanspruch 1 und den davon abhängigen Patentansprüchen wird ein anpassungsfähiger, mehrstufiger, pyrotechnischer Gasgenerator bereitgestellt, der zuverlässig Gas für einen Airbag eines Kraftfahrzeuges über einen breiten Bereich von Zusammenstoßsituationen liefert.

**[0016]** Für ein besseres Verständnis der Erfindung, ihrer funktionellen Vorteile und der spezifischen Ziele, die durch ihre Benutzung erreicht werden, bezieht man sich auf die beigefügten Zeichnungen und die Beschreibung, in der die bevorzugten Ausführungen der Erfindung veranschaulicht werden.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0017]** Es zeigen:

**[0018]** [Fig. 1](#) eine perspektivische Darstellung des Äußeren einer Ausführung eines Gasgenerators entsprechend der Erfindung;

**[0019]** [Fig. 2](#) eine Schnittdarstellung eines Gasgenerators entsprechend der Erfindung längs der Linie 2-2 in [Fig. 1](#);

**[0020]** [Fig. 3](#) eine Veranschaulichung einer Anzahl von Druck-Zeit-Kurven von der Zündung des Gasgenerators der Erfindung mit Zeitverzögerungen zwischen der Zündung der ersten Kammer und der zweiten Kammer, die von 0 bis 25 Mikrosekunden variieren; und

**[0021]** [Fig. 4](#) eine Schnittdarstellung eines Gasgenerators mit drei Kammern entsprechend der Erfindung.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

**[0022]** Mit Bezugnahme auf [Fig. 1](#) wird eine Ausführung eines Gasgenerators entsprechend der Erfindung im allgemeinen mit der Bezugszahl **10** gekennzeichnet. Der Gasgenerator **10** umfaßt ein erstes und ein zweites

Ende **12**, **14**. Während verschiedene Formen möglich sind, wie beispielsweise kugelförmig, kubisch und dergleichen, bevorzugt man, daß der Gasgenerator eine im allgemeinen zylindrische Form aufweist. Der Gasgenerator weist Austrittsöffnungen **16**, **18** auf, die um seinen Umfang angeordnet sind. Die Austrittsöffnungen **16** sind mit der ersten Kammer (nicht gezeigt) verbunden, während die Austrittsöffnungen **18** mit der zweiten Kammer (nicht gezeigt) verbunden sind. Der Gasgenerator **10** weist ebenfalls zwei elektrische Verbinder auf, die mit zwei einzelnen Zündern (einer für jede Verbrennungskammer) verbunden sind, einen ersten elektrischen Verbinder **20** für den ersten Zünder und einen zweiten elektrischen Verbinder (nicht gezeigt) am zweiten Ende **14**.

**[0023]** Wir beziehen uns auf [Fig. 2](#), die der Gasgenerator **10** aus [Fig. 1](#) in Schnittdarstellung längs der Linie 2-2 in [Fig. 1](#) ist. Es wird ein im allgemeinen zylindrischer Gasgenerator mit einem ersten Ende **12** und einem zweiten Ende **14** gezeigt. Jedes Ende weist einen elektrischen Verbinder **20** für das Aufnehmen eines elektrischen Signals auf, wenn der Gasgenerator gezündet werden soll. Die Verbinder **20** sind mit Zündpillen **21** in Verbindung, die die Enhancer-Zusammensetzungen **22** zünden. Im Fall eines Zusammenstoßes liefert ein elektronischer Modul (nicht gezeigt) einen elektrischen Impuls zur ausgewählten Zündpille, die eine Zündfolge zündet, die wiederum die Kügelchen **28** des gaserzeugenden Materials zünden. Die Verbinder **20** liefern elektrischen Strom zu den Zündpillen. Die Zündpillen weisen einen Faden auf, der die Enhancer-Zusammensetzung zündet. Die Enhancer **22** können irgendeine von einer Anzahl von bekannten Zusammensetzungen sein, die durch die Zündpillen leicht gezündet werden und mit einer hohen Geschwindigkeit und Temperatur brennen. Die Gase und die heiß brennenden Teilchen vom gezündeten Enhancer **22** treten durch die Öffnungen **24** im Enhancer-Gehäuse **26** aus. Das Gas und die Teilchen zünden dann die Kügelchen **28** des gaserzeugenden Materials in der ersten Verbrennungskammer **30** und/oder der zweiten Verbrennungskammer **32**. Die Gase, die durch den brennenden Enhancer erzeugt werden, und die Kügelchen des gaserzeugenden Materials gelangen dann durch eine Kügelchenhalteplatte **34**. Die Halteplatten können eine Metallplatte mit zahlreichen Löchern, die durch sie hindurchgebohrt wurden, ein Sieb oder eine Platte aus Streckmetall aufweisen. Die Halteplatte **34** hält einfach die Kügelchen in den Verbrennungskammern **30**, **32** und gestattet eine im wesentlichen uneingeschränkte Bewegung des Gases aus den Verbrennungskammern **30**, **32** zur ersten Filter/Kühlkammer **36** und zweiten Filter/Kühlkammer **38**. Die zwei Filter/Kühlkammern **36**, **38** werden durch eine feste Trennwand **40** getrennt. Die Trennwand **40** ist längs der Achse des Gasgenerators **10** angeordnet, um gleiche oder unterschiedliche Volumen in der ersten und der zweiten Kammer bereitzustellen. Es sollte verstanden werden, daß der Begriff Kammer die Verbrennungskammer und die Filter/Kühlkammer umfaßt, worin die Trennwand **40** die zwei Kammern trennt. In Abhängigkeit von den tatsächlichen Betriebsforderungen des Gasgenerators der Erfindung kann die erste Kammer von 20 bis 80 % des gesamten Gasgeneratorvolumens ausmachen. Bei einer bevorzugteren Ausführung beträgt die erste Kammer 55 bis 75 % des gesamten Gasgeneratorvolumens. In gleicher Weise kann die erste Verbrennungskammer 20 bis 80 % der gesamten Menge der gaserzeugenden Materialzusammensetzung enthalten, mehr bevorzugt von etwa 55 bis 75 % und am meisten bevorzugt von etwa 55 bis etwa 65 %. Bei Ausführungen, wo drei oder mehr Kammern vorhanden sind, kann das gaserzeugende Material gleich unter den Kammern oder ungleich in Abhängigkeit von den Konstruktionsforderungen des Gasgenerators aufgeteilt werden.

**[0024]** Die Gase verlassen nach dem Passieren der Filter/Kühlkammern **36**, **38** den Gasgenerator **10** an der Austrittsöffnung **16** für die erste Kammer und an der Austrittsöffnung **18** für die zweite Kammer. Das Innere der Austrittsöffnungen ist vorzugsweise mit einer Folie **42** bedeckt, wie beispielsweise einer Aluminiumfolie oder Folie aus nichtrostendem Stahl, um das Eindringen von Wasserdampf zu verhindern. Diese Folie **42**, auf die man sich manchmal als eine „Berstfolie“ bezieht, weist typischerweise eine Dicke von 0,01 bis etwa 0,20 mm auf. Die Folie wird typischerweise an der Innenwand der Filter/Kühlkammer durch Verwendung eines Klebstoffes zum Haften gebracht. Die Filter/Kühlkammern **36**, **38** werden mit einem wärmeaufnehmenden Material gefüllt, wie beispielsweise Drahtgeflecht, keramischen Kügelchen, Metallspäne und dergleichen. Das wärmeaufnehmende Material dient dazu, die Temperatur des erzeugten Gases zu verringern und jegliche Schlacke oder Ruß einzuschließen, die während der Verbrennung des gaserzeugenden Materials **28** erzeugt werden.

**[0025]** Der Gasgenerator **10** kann aus irgendeinem Metall konstruiert werden, wie beispielsweise Stahl und Aluminium. Der Gasgenerator wird vorzugsweise aus Stahl konstruiert und kann zu verschiedenen Bauteilen gegossen oder gefräst werden, wie es in [Fig. 2](#) veranschaulicht wird, und er kann danach durch Anwendung von Schweißnähten **46** zusammengebaut werden. Vorzugsweise werden die Schweißnähte mittels eines Trägheitsschweißverfahrens gleich dem gebildet, das in der Industrie bekannt ist.

**[0026]** [Fig. 3](#) ist eine grafische Darstellung einer Anzahl von Zündungen bei einer Ausführung des Gasgenerators der Erfindung. Gasgeneratoren, wie sie in [Fig. 2](#) veranschaulicht werden, wurden hergestellt, wie es nachfolgend beschrieben wird, und in einem 60-Liter-Behälter gezündet, der mit einem Druckgeber ausgestat-

tet ist. Die Volllinien zeigen die Tests, wo die kleinere Kammer zuerst gezündet wurde, gefolgt von einer Zeitverzögerung von 0, 10, 15 oder 20 Millisekunden vor dem Zünden der größeren Kammer. Die gestrichelten Linien verkörpern die Tests, wo die größere Kammer zuerst gezündet wurde, gefolgt von einer Zeitverzögerung von 10, 15, 20 oder 25 Millisekunden vor dem Zünden der kleineren Kammer.

**[0027]** Mit Bezugnahme auf [Fig. 4](#) und die Beschreibung, die für [Fig. 2](#) vorgelegt wird, wird eine Ausführung eines Gasgenerators in Schnittdarstellung entsprechend der Erfindung im allgemeinen mit der Bezugszahl **60** gekennzeichnet. Der Gasgenerator **60** umfaßt ein erstes und bzw. zweites Ende **12**, **14** und ein drittes Ende **54**. Bei dieser Konfiguration ist der mehrstufige Gasgenerator der Erfindung „T“-förmig, wobei sich die im allgemeinen zylindrischen Formen einer jeden Kammer an der Trennwand **40** schneiden. Das dritte Ende **54** weist Austrittsöffnungen **48** auf, die um den Umfang der dritten Filter/Kühlkammer **50** angeordnet sind. Der Gasgenerator **60** weist drei elektrische Verbinder **20** auf, die mit drei einzelnen Zünderbaugruppen **44** (eine für jede Verbrennungskammer) verbunden sind.

**[0028]** Die Arbeitsweise ist mit der identisch, die für [Fig. 2](#) beschrieben wurde, außer daß eine dritte Verbrennungskammer **52** und eine dritte Filter/Kühlkammer **50** vorhanden sind. Wie es vorangehend offenbart wurde, können die Verbrennungskammern **30**, **32** und **52** gleiche Mengen an Kügelchen **28** des gaserzeugenden Materials oder vorzugsweise ungleiche Mengen enthalten. Bei dieser Ausführung enthält die dritte Verbrennungskammer **52** eine Menge des gaserzeugenden Materials, die geringer ist als die der ersten Verbrennungskammer **30** und größer als die der zweiten Verbrennungskammer **32**. In gleicher Weise ist das Volumen und daher die Menge der Medien in der dritten Kühl/Filterkammer **50** vorzugsweise abweichend von den anderen zwei Kühl/Filterkammern **36**, **38**. Eine feste Trennwand **40** trennt eine jede der Kühl/Filterkammern **36**, **38** und **50**.

**[0029]** Beim Betrieb wird der Gasgenerator der Erfindung mit einem Regler (nicht gezeigt) verbunden, der entsprechende elektrische Signale beim Erfassen eines Zusammenstoßes erzeugt. In Abhängigkeit von der Heftigkeit des Zusammenstoßes und anderen Faktoren, wie beispielsweise der Position eines Fahrgastes im Sitz, wird der Regler veranlassen, daß eine oder mehr der Zündpillen zünden. Die Zeitverzögerung zwischen der Zündung der Kammern und die Reihenfolge der Zündung wird ebenfalls vom Regler berechnet. Auf diese Weise kann die Menge des Gases, die dem Kissen zugeführt wird, variiert werden, um das Kissen mit variierender „Härte“ aufzublasen, oder um unterschiedliche Druckniveaus mit der Zeit im Kissen zu erzeugen, oder um die „zweite Aufprall“-Zusammenstoßsituation anzusprechen.

**[0030]** Wie es vorangehend offenbart wird, können die zwei oder mehr Verbrennungskammern die gleiche Menge des gaserzeugenden Materials oder unterschiedliche Niveaus des gaserzeugenden Materials enthalten. Beispielsweise kann die erste Kammer 70 % des gesamten Gasvolumens erzeugen, und die zweite Kammer kann 30 % des gesamten Volumens aufweisen. Es wird daher offensichtlich, daß der Gasgenerator **10** für verschiedene Anwendungen modifiziert werden kann und eine breite Vielzahl von Ausgangsleistungen bewirken kann.

**[0031]** Es ist ein Aspekt der vorliegenden Erfindung, ein neues und verbessertes mehrstufiges Airbag-Gasgeneratorsystem bereitzustellen, das optimal über einen breiten Bereich von Zusammenstoßsituationen funktioniert. Es ist ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung, daß ein neuer und verbesserter mehrstufiger Airbag-Gasgenerator bereitgestellt wird. Es ist ein noch weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung, daß ein neuer und verbesserter mehrstufiger Airbag-Gasgenerator mit steuerbaren Leistungseigenschaften bereitgestellt wird, um mehrstufige Energieaufnahmefähigkeiten bereitzustellen.

**[0032]** Die vorangegangenen und weitere Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden in einem neuen und verbesserten mehrstufigen Airbag-Gasgenerator entsprechend dem Patentanspruch 1 zustande gebracht. Der Gasgenerator umfaßt ein Gehäuse mit Gasaustrittsöffnungen in direkter Verbindung mit einem aufzublasenden Airbag. Das Gehäuse umfaßt mindestens zwei getrennte Kammern, die jeweils eine Menge des gaserzeugenden Materials für das Erzeugen von Gas und ein Zündsystem dafür für das schnelle Aufblasen des Airbags enthalten. Das Gehäuse weist eine innere undurchlässige Wand (Trennwand) auf, die die getrennten Kammern bildet. Das Zündsystem in einer oder mehr Kammern wird aktiviert, um eine ausgewählte Gasmenge für das Aufblasen des Airbags bereitzustellen. Ebenfalls ist eine Zeitverzögerungseinrichtung im System für das Aktivieren der mehreren Zündsysteme als Reaktion auf eine identifizierte Art des Zusammenstoßes eingeschlossen.

**[0033]** Mit Bezugnahme auf [Fig. 2](#) wurde ein Gasgenerator **10** aus Stahl bei Anwendung konventioneller Verfahren und Ausrüstung konstruiert. Schweißnähte **46** wurden an der Verbindung der verschiedenen Teile nach dem Füllen der Verbrennungskammern **30**, **32** mit Kügelchen eines gaserzeugenden Materials auf Nichtazid-

basis angeordnet. Repräsentative Zusammensetzungen des gaserzeugenden Materials, die im Gasgeneratorgehäuse der Erfindung nützlich sind, umfassen Brennstoffe, wie beispielsweise die Alkalimetallazide, Amino-tetrazole, Tetrazole, Bitetrazole, Triazole, deren Metallsalze, Guanidinnitrat, Aminoguanidinnitrat und deren Mischungen, in Kombination mit einem Oxidationsmittel, wie beispielsweise Alkali- und Erdalkalimetallnitrat, -chloraten, -perchloraten, Ammoniumnitrat und deren Mischungen. Ein bevorzugtes gaserzeugendes Material weist eine Mischung aus Nitroguanidin und Ammoniumnitrat auf. Typischerweise kann das gaserzeugende Material oder Gaserzeugungsmaterial etwa 15 bis etwa 70 Gew.-% Brennstoff, etwa 2 bis etwa 80 Gew.-% Oxidationsmittel und etwa 1 bis etwa 30 Gew.-% andere Materialien aufweisen, wie beispielsweise Kühlmittel und Verarbeitungshilfsmittel. Das gaserzeugende Material kann zu verschiedenen Formen bei Anwendung verschiedener den Fachleuten bekannten Verfahrensweisen geformt werden.

**[0034]** Es ist wünschenswert, die Zusammensetzung des gaserzeugenden Materials zu pelletieren. Um das zu tun, können bis zu etwa 5 Gew.-%, typischerweise 0,2 bis 5 Gew.-%, eines Preßhilfsmittels oder Bindemittels eingesetzt werden. Diese können aus Materialien ausgewählt werden, die als für diesen Zweck nützlich bekannt sind, und umfassen Molybdändisulfid, Graphit, Elastomere, Polyester, Bornitrid, Siliciumdioxid, Talk, Calciumstearat und Tonerden.

**[0035]** Die Zusammensetzung des gaserzeugenden Materials kann optional einen Katalysator mit bis zu etwa 3 Gew.-% enthalten, typischerweise zwischen etwa 1 und etwa 2 Gew.-%. Kupferchromat und Malorie-Blau (ein Ferro-Eisencyanid) sind repräsentative Verbrennungskatalysatoren.

**[0036]** Bei diesen Testgasgeneratoren und mit Bezugnahme auf [Fig. 2](#) enthielt die erste Verbrennungskammer **30** 35 Gramm der Kügelchen **28** des gaserzeugenden Materials. Die zweite Verbrennungskammer **32** enthielt 25 Gramm der Kügelchen **28** des gaserzeugenden Materials. Die Zündpillen **21** werden durch elektrische Verbinder **20** mit einer Sensoreinrichtung (nicht gezeigt) verbunden, die einen Fahrzeugzusammenstoß nachweist. Der Sensor initiiert ein Zündungssignal, das eine oder beide der Zündpillen **21** aktiviert, was die Enhancer-Zusammensetzung **22** zündet, was wiederum die Zusammensetzung **28** des gaserzeugenden Materials zündet. Ein Regler (nicht gezeigt) ermittelt, welche Zündpille zuerst zu zünden ist, und die Zeitverzögerung (wenn überhaupt) zwischen der Zündung der Zündpillen und daher der zwei Verbrennungskammern.

**[0037]** Die Zünderbaugruppe **44** ist am Gasgeneratorgehäuse mittels irgendwelcher nützlicher Hilfsmittel befestigt, und sie wird vorzugsweise mittels einer Schweißnaht **46** befestigt. Wie es hierin benutzt wird, wird als „Zündpille“ eine Vorrichtung verstanden, die die erste Zündung in der Verbrennungsfolge initiieren wird, und sie kann beispielsweise eine elektrische Vorrichtung mit zwei Elektroden sein, die voneinander isoliert und durch einen Überbrückungsdraht verbunden sind. Der Überbrückungsdraht ist vorzugsweise in einer oder mehr Schichten eines pyrotechnischen Materials eingebettet, so ausgelegt, daß ein Wärmeblitz von ausreichender Intensität geliefert wird, um die Enhancer-Zusammensetzung **22** zu zünden. Jene Fachleute werden verstehen, daß verschiedene elektrische, elektronische, mechanische und elektromechanische Initiatoren, wie beispielsweise ein Halbleiterbrückeninitiator, bei der vorliegenden Erfindung zur Anwendung gebracht werden können.

**[0038]** Das gaserzeugende Material **28** wird durch die sehr heißen Gase und Teilchen entzündet, die durch die Verbrennung der Enhancer-Zusammensetzung **22** erzeugt werden, die aus den Zünderbaugruppenöffnungen **24** austreten. Die resultierende Zündung des gaserzeugenden Materials führt zur Erzeugung von Gasen, die durch die Halteeinrichtung **34** für Kügelchen und danach durch die Kühl/Filterkammern **36, 38** gelangen. Im allgemeinen gelangen die Gase, die bei der Zündung der Kügelchen **28** des gaserzeugenden Materials erzeugt werden, durch die Halteeinrichtung **34** für Kügelchen und gelangen weiter in einer Richtung im wesentlichen parallel zur Achse der Kammer, während sie durch die Filter/Kühlmedien gelangen, die innerhalb der Filter/Kühlkammern **36, 38** enthalten sind. Die Gase werden beim Aufprallen auf die Trennwand **40** gezwungen, sich um neunzig Grad zu drehen und treten durch die Öffnungen **16, 18** nach dem Zerreißen der Berstfolien **42** aus.

**[0039]** Die Kühl/Filterkammern **36, 38** werden mit einem Filter/Kühlmedium gefüllt, wie beispielsweise keramischen Spänen, Metallspänen oder vorzugsweise Drahtgeflecht. Das Drahtgeflecht besteht vorzugsweise aus nichtrostendem Stahl; jedoch kann Stahl mit niedrigem Kohlenstoffgehalt verwendet werden. Die Verbrennungsgase treten nach dem Hindurchgehen durch das Kühl/Filtermaterial aus dem Gasgeneratorgehäuse **10** an den Austrittsöffnungen **16, 18** aus. Eine Anzahl von Austrittsöffnungen **16, 18** kann variiert und um den Umfang des Gehäuses am Ende der Kühl/Filterkammern distal zu den Verbrennungskammern beabstandet werden. Die Austrittsöffnungen **16, 18** werden vorzugsweise mit einer Folie **42**, vorzugsweise einer Berstfolie aus nichtrostendem Stahl, auf der Innenseite des Gehäuses abgedichtet. Wenn der Druck innerhalb der Kammern

**36, 38** über einen vorgegebenen Wert ansteigt, zerreißen die Folien, und die Gase entweichen aus dem Gasgenerator durch die Öffnungen **16, 18**, was den Airbag (nicht gezeigt) dann aufbläst.

#### BEISPIEL I

##### TESTEN DES GASGENERATORS

**[0040]** Acht Gasgeneratoren, im wesentlichen so, wie sie vorangehend und in [Fig. 2](#) beschrieben werden, wurden konstruiert, worin die kleinere Verbrennungskammer 25 Gramm der Kügelchen des gaserzeugenden Materials Ammoniumnitrat/Nitroguanidin enthielt. Die größere Kammer war mit 35 Gramm des gaserzeugenden Materials gefüllt. Ein zusammengedrücktes Drahtgeflecht aus nichtrostendem Stahl 304 (0,023") wurde in den Kühl/Filterkammern angebracht; 25 Gramm in der kleineren Kammer und 50 Gramm in der größeren Kammer. Die Enhancer enthielten 2 und bzw. 4 Gramm einer konventionellen Enhancer-Zusammensetzung. Die zusammengebauten Gasgeneratoren wurden in einem 60-Liter-Testbehälter bewertet, der mit einer Ausrüstung ausgestattet war, um das Druck- und Zeitprofil festzuhalten. Die Gasgeneratoren wurden in den Behälter eingebaut und gezündet. Die resultierenden Druck-über-Zeit-Kurven werden in [Fig. 3](#) vorgefunden. Diese Daten zeigen eindeutig, daß der Gasgenerator der Erfindung einen breiten Bereich von Drücken zu einem bestimmten Zeitpunkt zur Verfügung stellen kann. Beispielsweise kann bei Verwendung eines Gasgenerators mit doppelter Kammer entsprechend der Erfindung ein Druck von 125 bis 300 kPa 20 Millisekunden (ms) nach der Zündung geliefert werden. Dieser Bereich von Drücken kann durch Zündung der kleineren Kammer zuerst und danach Zündung der größeren Kammer 20 ms später für den niedrigen Druck von 125 kPa und durch Zündung beider Kammern gleichzeitig für den hohen Druck von 300 kPa erreicht werden.

#### BEISPIEL II

##### PARTIKEL- UND GASANALYSE

**[0041]** Drei Gasgeneratoren wurden zusammengebaut, wie es im Beispiel I beschrieben wird, und sie wurden in einer 100 ft<sup>3</sup> Testkammer bewertet. Dieser Test ist so ausgelegt, daß er das Innenvolumen eines normalen Autos simuliert. Die Gasanalyse und die Partikelanalyse sind ebenfalls bei Anwendung dieses Tests möglich. Die Testanlage bestand aus einer 100 ft<sup>3</sup> Stahlkammer, die einen Lenkradsimulator enthielt. An der Kammer wurden eine Vakuumpumpe, ein Blasenströmungsmesser, Filter und ein Fourier Transform Infrarotspektroskop (FTIR) angebracht. Der Gasgenerator wurde an der simulierten Lenkradbaugruppe innerhalb der Kammer angebracht, die Kammer wurde abgedichtet, und das gaserzeugende Material wurde gezündet. Die Gasproben wurden bei Benutzung des FTIR zum Nullzeitpunkt (Hintergrund) in Intervallen von 1, 5, 10, 15 und 20 Minuten von der Zündung an analysiert. Die Erzeugung von schwebenden Partikeln kann ebenfalls bei Verwendung der 100 ft<sup>3</sup> Testkammer durch Filtern der Luft aus der Kammer nach der Zündung durch einen feinen Filter und Messen des Gewichtes, das vom Filter aufgenommen wird, gemessen werden.

**[0042]** Die schwebenden Partikel wurden bei Verwendung einer einstufigen Sammelvorrichtung gesammelt. Die Menge der schwebenden Partikel wurde bei Verwendung einer Analysenwaage ermittelt. Die Partikelfilter nach der Analyse wurden zwei Stunden bei 104 °C getrocknet, um das Niveau an Wasser oder flüchtigen Materialien in den Filtern zu ermitteln. Es wurde kein nachweisbarer Masseverlust beobachtet. Die Tabelle 1 enthält die Ergebnisse von diesem Test. Zwei 25 ms Verzögerungstests wurden durchgeführt und eine 15 ms Verzögerung. Bei allen drei Versuchen wurde die große Kammer zuerst gezündet.

TABELLE 1

Daten zur Freisetzung von schwebenden Partikeln

	Beispiel A 25 ms Verzögerung	Beispiel B 25 ms Verzögerung	Beispiel C 15 ms Verzögerung
Mittlere Strömungsgeschwindigkeit (Liter/Minute)	5	5	5
Probenahmezeit (Minuten)	20,0	20,0	20,0
Temperatur (°C)	20	20	20
Gesamtes korrigiertes Probevolumen (m <sup>3</sup> )	0,101	0,101	0,101
Filter 1: 0-5 Min. (mg)	2,8	2,6	9,4
Filter 2: 5-10 Min. (mg)	1,4	1,5	*
Filter 3: 10-15 Min. (mg)	1,9	2,8	*
Filter 4: 15-20 Min. (mg)	1,7	1,3	*
Gesamte Partikel (mg)	7,8	8,2	9,4
Gesamtpartikelkonzentration (mg/m <sup>3</sup> )	78	82	93

\* Filter wurde bei diesem Zeitintervall nicht verwendet.

**[0043]** Die Gasproben wurden ebenfalls hinsichtlich Ammoniak, Benzol, Kohlendioxid, Kohlenmonoxid, Formaldehyd, Chlorwasserstoff, Blausäure, Methan, Stickstoffmonoxid, Stickstoffdioxid, Schwefeldioxid und Wasserdampf bei Anwendung des FTIR analysiert. Die Proben wurden direkt zum FTIR über sechs Fuß eines Fluorpolymerrohres mit einem Außendurchmesser von ¼ in. übertragen. Die Tabelle 2 enthält die Ergebnisse der gasförmigen Freisetzungen.



TABELLE 2

Ergebnisse der Giftigkeit von gasförmigen Freisetzung

Analysemethode	Ammoniak FTIR	Benzol FTIR	Kohlen- dioxid FTIR	Kohlen- monoxid FTIR	Formal- dehyd FTIR	Chlor- wasserstoff FTIR	Blausäure FTIR	Methan FTIR	Stickstoff- monoxid FTIR	Stickstoff- dioxid FTIR	Schwefel- dioxid FTIR	Wasser- dampf FTIR
Nachweisgrenze (T./Mio.)	5	5	50	10	2	2	2	5	2	0,5	5	500
Analyseverzögerung (Min.)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Beispiel A	1	<5	1292	600	<2	<2	<2	12	2	0,8	<5	7833
	5	<5	1555	694	<2	<2	<2	15	3	1,1	<5	8779
	10	<5	1532	689	<2	<2	<2	15	<2	0,9	<5	8828
	15	<5	1526	683	<2	<2	<2	15	2	0,9	<5	8620
	20	<5	1512	673	<2	<2	<2	14	2	0,9	<5	8385
TWA 20*	8	<5	1508	677	<2	<2	<2	15	<2	0,9	<5	8599
Beispiel B	1	<5	1308	614	<2	<2	<2	9	<2	<0,5	<5	7032
	5	<5	1531	700	<2	<2	<2	11	2	<0,5	<5	8659
	10	<5	1548	694	<2	<2	<2	11	2	<0,5	<5	8485
	15	<5	1499	683	<2	<2	<2	11	2	<0,5	<5	8216
	20	<5	1482	675	<2	<2	<2	11	<2	<0,5	<5	7997
TWA 20	<5	<5	1497	682	<2	<2	<2	11	<2	<0,5	<5	8238
Beispiel C	1	<5	1333	645	<2	<2	<2	13	3	<0,5	<5	6110
	5	<5	1528	707	<2	<2	<2	13	3	<0,5	<5	7037
	10	<5	1508	689	<2	<2	<2	13	3	<0,5	<5	6749
	15	<5	1493	686	<2	<2	<2	13	4	<0,5	<5	6626
	200	<5	1491	692	<2	<2	<2	13	3	<0,5	<5	6510
TWA 20	<5	<5	1488	688	<2	<2	<2	13	3	<0,5	<5	6686

\* TWA = 20-zeitgewichteter Mittelwert bei 20 Minuten

## Patentansprüche

1. Mehrstufiger Airbag-Gasgenerator (10), der ein Gehäuse aufweist, das in mindestens zwei Kammern unterteilt ist, die aneinander angrenzen, wobei jede Kammer aufweist:
- (a) eine Verbrennungskammer (30, 32; 30, 32, 52), die ein festes gaserzeugendes Material (28) enthält;

(b) Zündeinrichtung (21) für das Zünden des gaserzeugenden Materials (28) in der Verbrennungskammer (30, 32; 30, 32, 52);  
(c) eine Filter/Kühlkammer (36, 38; 36, 38, 50), die mit der Verbrennungskammer (30, 32; 30, 32, 52) verbunden ist;  
(d) Öffnungen (16, 18; 16, 18, 48) in der Filter/Kühlkammer (36, 38; 36, 38, 50), wobei die Öffnungen (16, 18; 16, 18, 48) mit einer Folie (42) abgedichtet sind;  
**dadurch gekennzeichnet**, daß die Filter/Kühlkammern (36, 38; 36, 38, 50) der mindestens zwei Kammern durch eine undurchlässige Trennwand (40) getrennt sind, und daß die Öffnungen (16, 18; 16, 18, 48), die Trennwand (40) und die Verbrennungskammern (30, 32; 30, 32, 52) in einer Positionsbeziehung sind, die erfordert, daß die durch das feste gaserzeugende Material (28) erzeugten Gase auf die Trennwand (40) auftreffen und die Richtung verändern, bevor sie aus den Öffnungen (16, 18; 16, 18, 48) austreten.

2. Mehrstufiger Airbag-Gasgenerator (10) nach Anspruch 1, bei dem die Folie (42) eine Folie aus nichtrostendem Stahl ist.

3. Mehrstufiger Airbag-Gasgenerator (10) nach Anspruch 2, bei dem die Folie (42) aus nichtrostendem Stahl eine Dicke von 0,01 bis 0,20 mm aufweist, wobei die Folie (42) außerdem durch einen Klebstoff auf mindestens einer Oberfläche der Folie (42) gekennzeichnet ist.

4. Mehrstufiger Airbag-Gasgenerator (10) nach Anspruch 1, bei dem das gaserzeugende Material (28) 15 bis 70 Gew.-% eines Brennstoffes und 2 bis 80 Gew.-% eines Oxidationsmittels aufweist.

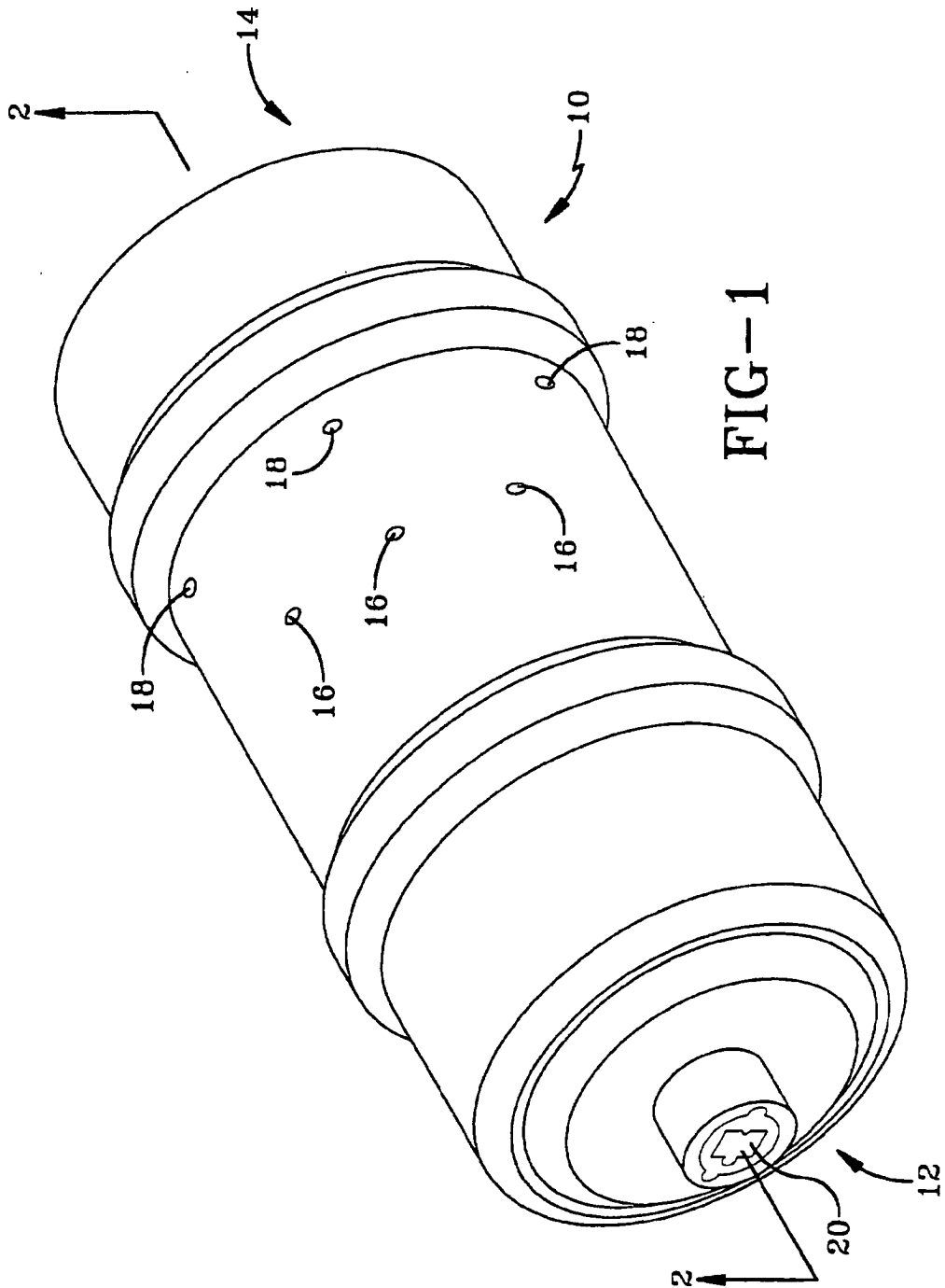
5. Mehrstufiger Airbag-Gasgenerator (10) nach Anspruch 4, bei dem der Brennstoff ausgewählt wird aus: Alkalimetallaziden; Erdalkalimetallaziden; Aminotetrazolen und deren Metallsalzen; Tetrazolen und deren Metallsalzen; Bitetrazolen und deren Metallsalzen; Triazolen und deren Metallsalzen; Nitroguanidin; Guanidinnitrat; Nitraten und deren Mischungen.

6. Mehrstufiger Airbag-Gasgenerator (10) nach Anspruch 4, bei dem das Oxidationsmittel ausgewählt wird aus: Übergangsmetalloxiden; Alkalimetallnitraten, -chloraten und -perchloraten; Erdalkalimetallnitraten, -chloraten und perchloraten; Ammoniumnitrat und deren Mischungen.

7. Mehrstufiger Airbag-Gasgenerator (10) nach Anspruch 1, bei dem die Öffnungen (16, 18) längs des Umfangs des Gasgenerators angeordnet sind.

8. Mehrstufiger Airbag-Gasgenerator (10) nach Anspruch 1, bei dem der Gasgenerator zwei Kammern (30, 32) aufweist.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen



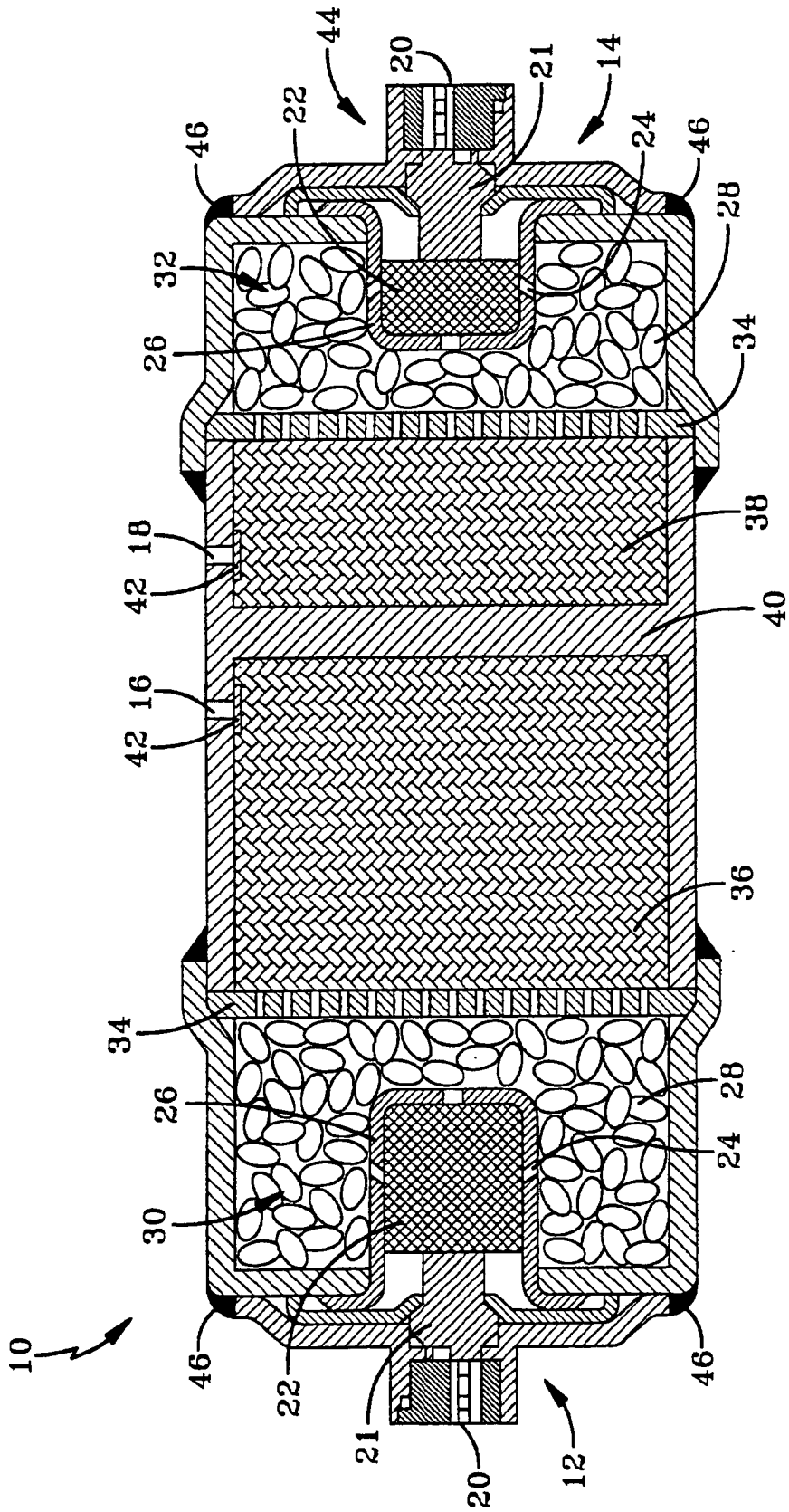


FIG-2

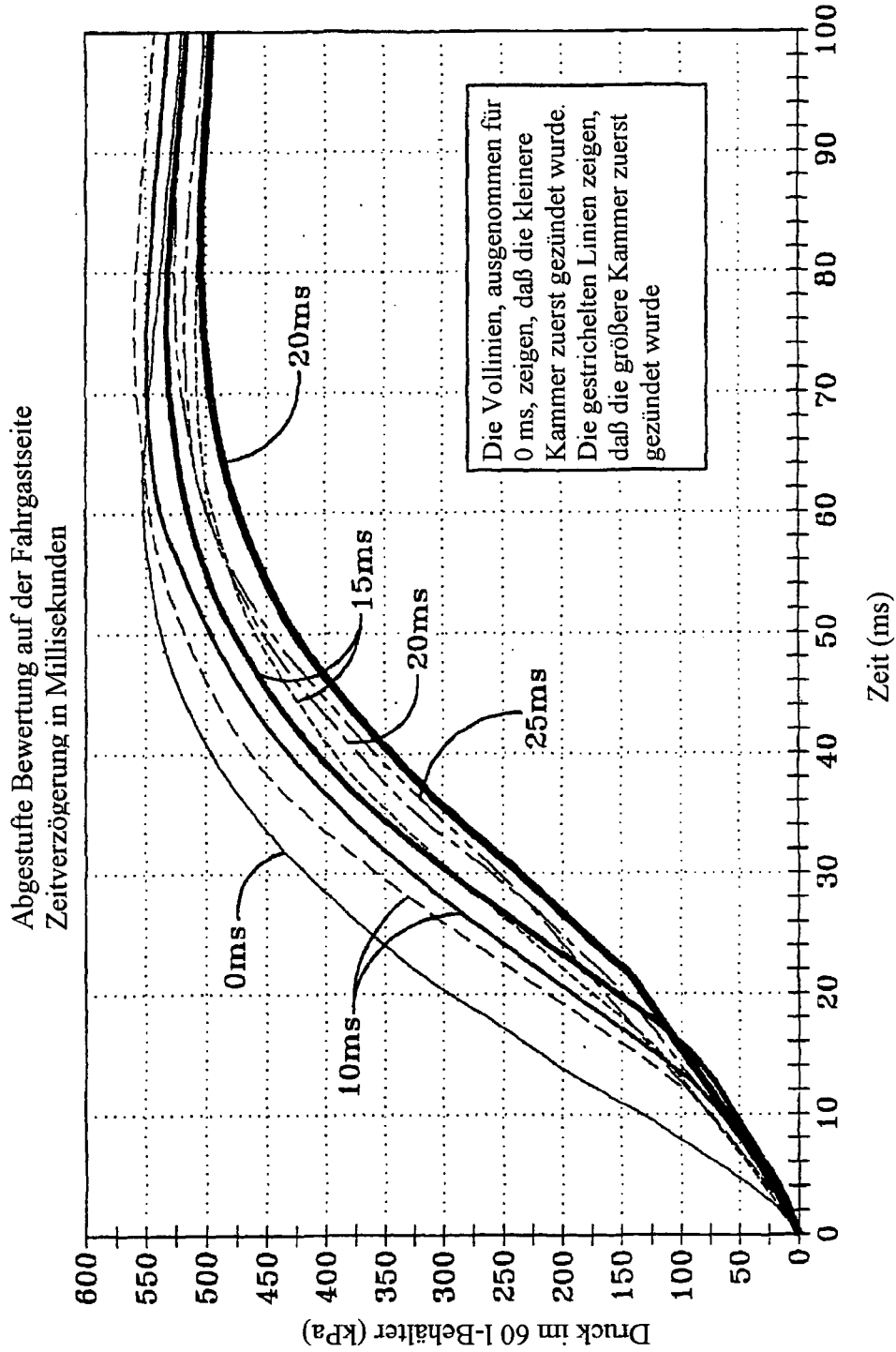


FIG-3

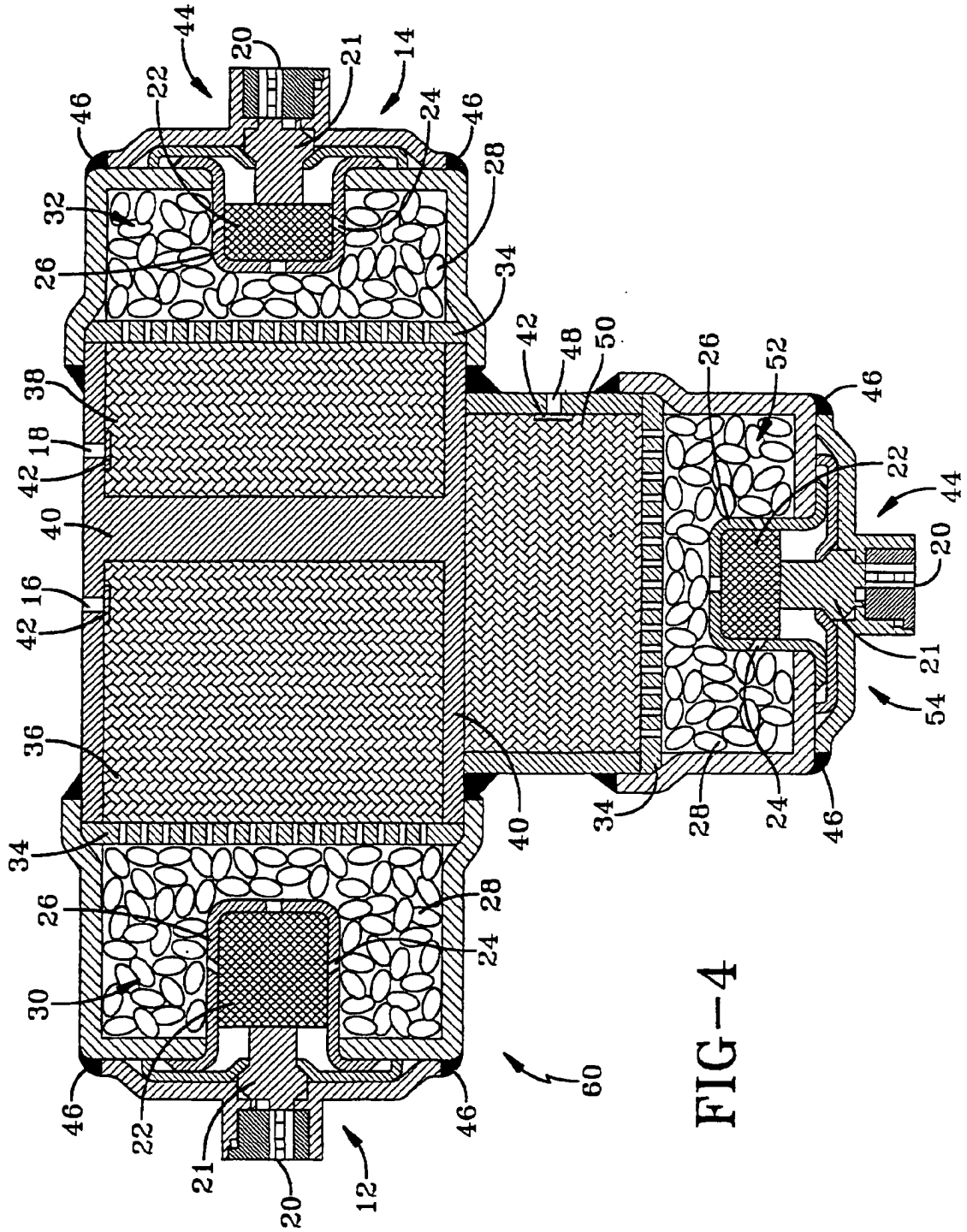


FIG-4