

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6377647号  
(P6377647)

(45) 発行日 平成30年8月22日(2018.8.22)

(24) 登録日 平成30年8月3日(2018.8.3)

(51) Int.Cl.

G 2 1 B 3/00 (2006.01)

F 1

G 2 1 B 3/00

Z

請求項の数 20 (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2015-560774 (P2015-560774)  
 (86) (22) 出願日 平成26年3月6日 (2014.3.6)  
 (65) 公表番号 特表2016-513790 (P2016-513790A)  
 (43) 公表日 平成28年5月16日 (2016.5.16)  
 (86) 國際出願番号 PCT/GB2014/050661  
 (87) 國際公開番号 WO2014/135880  
 (87) 國際公開日 平成26年9月12日 (2014.9.12)  
 審査請求日 平成29年2月20日 (2017.2.20)  
 (31) 優先権主張番号 1304047.2  
 (32) 優先日 平成25年3月6日 (2013.3.6)  
 (33) 優先権主張国 英国 (GB)

(73) 特許権者 507226592  
 オックスフォード ユニヴァーシティ イ  
 ノヴェーション リミテッド  
 英国 オーエックス2 オジエイビー オ  
 ックスフォード ボトリー ウエスト ウ  
 エイ3 バクストン コート  
 (74) 代理人 100105957  
 弁理士 恩田 誠  
 (74) 代理人 100068755  
 弁理士 恩田 博宣  
 (74) 代理人 100142907  
 弁理士 本田 淳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】局在化エネルギー集中

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

エネルギーの局在化される集中を生じさせるための方法において、  
 まず非ガス状媒体内で流体の集束用ポケットに入射するように、前記媒体中を伝播する  
 少なくとも 1 つの衝撃波を生成する工程からなり、

前記流体の集束用ポケットは、前記媒体内に異なるサイズに作られたガスの目標ポケット  
 に対して位置決めされ、初期衝撃波から前記ガスの目標ポケットを遮蔽するように構成  
 され、したがって前記流体の集束用ポケットへの前記衝撃波の前記入射が、その後前記ガ  
 斯の目標ポケットに入射する衝撃波の強度を集中する、方法。

## 【請求項 2】

前記目標ポケットは、前記集束用ポケットの、前記初期衝撃波の入射方向と反対側に位  
 置決めされる、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 3】

前記流体の集束用ポケットは、サイズが、前記ガスの目標ポケットより大きい、請求項  
 1 又は 2 に記載の方法。

## 【請求項 4】

前記非ガス状媒体は、複数の流体の集束用ポケットをその中に有する、請求項 1 乃至 3  
 のいずれか 1 項に記載の方法。

## 【請求項 5】

1 つ又は複数のさらなる流体のポケットが、前記非ガス状媒体中に前記ガスの目標ポケ

ットより前記初期衝撃波から離れてさら遠くに位置決めされる、請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 6】

前記非ガス状媒体は、複数のガスの目標ポケットをその中に有する、請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 7】

前記非ガス状媒体内に固体障害物が配置され、前記固体障害物は前記ガスの目標ポケットから離れるように前記入射する衝撃波を偏向させるように構成される、請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 8】

前記ガスの目標ポケットは、表面に取り付けられる、請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 9】

前記表面は、部分的に前記ガスの目標ポケットを受け入れるように形作られるくぼみからなる、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記表面は、前記ガスの目標ポケットに入射する、結果的に得られる衝撃波の強度を集中するように形作られる、請求項 8 又は 9 に記載の方法。

【請求項 11】

前記ガスの目標ポケットは、表面から隔置される、請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 12】

前記ガスの目標ポケットは、前記流体の集束用ポケットと接触している、請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 13】

エネルギーの局在化される集中を生じさせるための方法において、  
まず非ガス状媒体内で流体の集束用ポケットに入射するように、前記媒体中を伝播する少なくとも 1 つの衝撃波を生成する工程からなり、

前記流体の集束用ポケット及び固体障害物は、前記媒体内のガスの目標ポケットに対して前記媒体内に位置決めされ、

前記固体障害物は、初期衝撃波から前記ガスの目標ポケットを遮蔽するように構成され、したがって前記流体の集束用ポケットへの前記衝撃波の前記入射が、その後前記ガスの目標ポケットに入射する衝撃波の強度を集中する、方法。

【請求項 14】

エネルギーの局在化される集中を生じさせる方法において、  
流体の集束用ポケット及びガスの目標ポケットを含む非ガス状媒体中を伝播する少なくとも 1 つの衝撃波を生成し、前記衝撃波は、まず、前記ガスの目標ポケットに入射する工程からなり、

前記ガスの目標ポケットは、前記流体の集束用ポケットと異なるサイズのものであり、前記流体の集束用ポケットへの前記衝撃波の前記入射が結果的に得られる、より強烈な衝撃波を生成し、それは、その後前記ガスの目標ポケットに入射するように、前記流体の集束用ポケットの中心が、前記流体の集束用ポケット及び前記ガスの目標ポケットの大きい方の直径の 1.5 倍未満の距離だけ、前記ガスの目標ポケットの中心から隔置される、方法。

【請求項 15】

前記ガスの目標ポケットは、前記流体の集束用ポケットより小さい、請求項 14 に記載の方法。

【請求項 16】

エネルギーの局在化される集中を生じさせる方法であって、  
まず非ガス状媒体内で流体の集束用ポケットに入射するように、前記媒体中を伝播する

10

20

30

40

50

少なくとも 1 つの衝撃波を生成する工程からなり、

前記流体の集束用ポケットは、ガスの目標ポケットと異なる組成のものであり、前記流体の集束用ポケットへの前記衝撃波の前記入射が、その後前記ガスの目標ポケットに入射する前記衝撃波の強度を集中するように、前記媒体中に前記ガスの目標ポケットに対して位置決めされる、方法。

【請求項 17】

エネルギーの局在化される集中を生じさせるための装置であって、

流体の集束用ポケット及び異なるサイズに作られたガスの目標ポケットをその中に有する非ガス状媒体と、

まず前記流体の集束用ポケットに入射するように、前記非ガス状媒体中を伝播する少なくとも 1 つの衝撃波を生成するための手段とからなり、

前記流体の集束用ポケットは、前記媒体内に前記ガスの目標ポケットに対して位置決めされ、そして初期衝撃波から前記ガスの目標ポケットを遮蔽するように構成され、したがって前記流体の集束用ポケットへの前記衝撃波の前記入射が、その後前記ガスの目標ポケットに入射する衝撃波の強度を集中する、装置。

【請求項 18】

エネルギーの局在化される集中を生じさせるための装置において、

流体の集束用ポケット、ガスの目標ポケット及び固体障害物をその中に有する非ガス状媒体と、

まず前記流体の集束用ポケットに入射するように、前記非ガス状媒体中を伝播する少なくとも 1 つの衝撃波を生成するための手段とからなり、

前記流体の集束用ポケット及び前記固体障害物は、前記媒体内に前記ガスの目標ポケットに対して位置決めされ、

前記固体障害物は、初期衝撃波から前記ガスの目標ポケットを遮蔽するように構成され、したがって前記流体の集束用ポケットへの前記衝撃波の前記入射が、その後前記ガスの目標ポケットに入射する衝撃波の強度を集中する、装置。

【請求項 19】

エネルギーの局在化される集中を生じさせるための装置において、

流体の集束用ポケット及びガスの目標ポケットをその中に有する非ガス状媒体と、

まず前記ガスの目標ポケットに入射するように、前記非ガス状媒体中を伝播する少なくとも 1 つの衝撃波を生成するための手段とからなり、

前記ガスの目標ポケットは、前記流体の集束用ポケットと異なるサイズのものであり、

前記流体の集束用ポケットへの前記衝撃波の前記入射が、その後前記ガスの目標ポケットに入射する、結果的に得られる、より強烈な衝撃波を生成するように、前記流体の集束用ポケットの中心が、前記流体の集束用ポケット及び前記ガスの目標ポケットの大きい方の直径の 1.5 倍未満の距離だけ、前記ガスの目標ポケットの中心から隔置される、装置。

【請求項 20】

エネルギーの局在化される集中を生じさせるための装置において、

流体の集束用ポケット及び異なるサイズに作られたガスの目標ポケットをその中に有する非ガス状媒体と、

まず前記流体の集束用ポケットに入射するように、前記非ガス状媒体中を伝播する少なくとも 1 つの衝撃波を生成するための手段とからなり、

前記流体の集束用ポケットは、前記ガスの目標ポケットと異なる組成のものであり、そして前記流体の集束用ポケットへの前記衝撃波の前記入射が、その後前記ガスの目標ポケットに入射する衝撃波の強度を集中するように、前記媒体内に前記ガスの目標ポケットに対して位置決めされる、装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

30

40

50

本発明は、極めて高い局在化されたエネルギーを生じさせるための方法及び装置に関する。より詳細には、本発明は、これだけに限定されないが、核融合を引き起こすのに十分に高い局在化されたエネルギーを発生させることに関する。

【背景技術】

【0002】

核融合電力の開発は、多年にわたる時間と資金の大規模投資の分野であった。この投資は、巨費を投じて大規模な核融合反応炉の開発に主に集中されてきた。しかし、核融合を生成するためのもっとより簡単でより廉価なメカニズムを予測する他の理論が存在する。ここで注目のものは、包括的概念「慣性核融合」であり、これは、機械力（衝撃波など）を使用して、極めて小さい体積中にエネルギーを集中し集束する。

10

【0003】

慣性核融合の代替方法の可能性に対する信頼性の大部分は、音ルミネセンスと呼ばれる現象の観察結果に由来する。これは、適切なサイズに作られた気泡を含む液体が、超音波の特定の周波数を用いて駆動されたとき起きる。圧力波によって気泡を膨張させ、次いで大変激しく崩壊させる、これは、通常慣性キャビテーションと呼ばれるプロセスである。気泡の急激な崩壊は、非平衡圧縮に繋がり、それによって、内容物が光を放射する程度まで加熱される（たとえば非特許文献1参照）。このプロセスを強化するために様々な努力がなされ、1つのグループが、核融合を観察したと主張している（たとえば非特許文献2参照）。しかし、これらの観察結果は、多大の努力にもかかわらず、今のところ立証も再現もされていない（たとえば非特許文献3参照）。これは、崩壊する気泡からのルミネセンスに繋がっているメカニズムを提案するのみでなく、もっとも文書化されたものである。また、ルミネセンスは、強い衝撃波によって崩壊した気泡から観察されている（たとえば非特許文献4参照）。これは、この第2のメカニズム、すなわち衝撃波を使用する気泡の崩壊であり、これに本発明は関する。

20

【0004】

極めて高速で（約1km/s）剛体目標物中を移動するように球状の水滴を発射して、激しい衝撃波を発生させることが、提案されている（たとえば特許文献1参照）。この衝撃波は、核が形成され、その後水滴の内部で膨張している気泡を崩壊させるために使用することができる。上記で言及した特許が核融合の起きることを予期したのは、この崩壊する気泡の内部である。高速の水滴が表面上に激突することによる衝撃波発生のメカニズムは、以前に実験的に、数値的に研究されてきており、十分に文書化されている（本特許の発明者の一人による仕事を含む（たとえば非特許文献5参照））。本発明は、たとえ基本的な物理的メカニズムが類似していても、特許文献1とは異なる、というのは、本発明は、高速の水滴の激突を利用しないからである。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】米国特許第7445319号明細書

【非特許文献】

【0006】

【非特許文献1】ゲイタン、ディー エフ（Gaitan, D. F.）、クルム、エル エー（Crum, L. A.）、チャーチ、シー シー（Church, C. C.）及びロイ、アール エー（Roy, R. A.）著、Journal of the Acoustical Society of America, 91(6), 3166~3183、6月、1992年

40

【非特許文献2】タレヤーカン、アール ピー（Taleyarkhan, R. P.）、ウエスト、シー ディー（West, C. D.）、チョー、ジェー エス（Cho, J. S.）、ラヘイ、アール ティー（Lahey, R. T.）、ニグマツリン、アール アイ（Nigmatulin, R. I.）及びブロック、アール シー（Block, R. C.）著、Science, 295(5561), 1868~1873、3月、2002

50

年

【非特許文献3】シャピラ、デー(Shapiro, D.)及びソールトマーシュ、エム(Saltmarsh, M.)著、Physical Review Letters, 89(10)、104302、9月、2002年

【非特許文献4】バーン、エヌ ケー(Bourne, N. K.)及びフィールド、ジェー イー(Field, J. E.)著、Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series A - Mathematical Physical and Engineering Science, 357(1751)、295~311、2月、1999年

【非特許文献5】ハラー、ケー ケー(Haller, K. K.)、ベンチコス、ワイ(Ventikos, Y.)、ポウリカコス、デー(Poulakakos, D.)及びモンケウィツ、ピー(Monkewitz, P.)著、Journal of Applied Physics, 92(5)、2821~2828、9月、2002年

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、前述の技法に対する代替策を提供することを目的とし、他の応用も有することができる。

【課題を解決するための手段】

【0008】

第1の態様から見ると、本発明は、エネルギーの局在化される集中を生じさせる方法を提供し、この方法は、

まず非ガス状媒体内で流体の集束用ポケットに入射するように、媒体中を伝播する少なくとも1つの衝撃波を生成する行程を含み、

流体の集束用ポケットは、流体の集束用ポケットへの衝撃波の入射が、その後ガスの目標ポケットに入射する衝撃波の強度を集中するように、媒体内に異なるサイズに作られたガスの目標ポケットに対して位置決めされ、初期衝撃波からガスの目標ポケットを遮蔽するように構成される。

【0009】

また、本発明は、エネルギーの局在化される集中を生じさせるための装置にまで及び、この装置は、

流体の集束用ポケット及び異なるサイズに作られたガスの目標ポケットをその中に有する非ガス状媒体と、

まず前記流体の集束用ポケットに入射するように、前記非ガス状媒体中を伝播する少なくとも1つの衝撃波を生成するための手段とからなり、

流体の集束用ポケットは、流体の集束用ポケットへの衝撃波の入射が、その後ガスの目標ポケットに入射する衝撃波の強度を集中するように、媒体内にガスの目標ポケットに対して位置決めされ、初期衝撃波からガスの目標ポケットを遮蔽するように構成される。

【0010】

一般に、非ガス状媒体中の衝撃波と、その媒体中にありそれと異なる組成の流体のポケット(「気泡」)の間の相互作用によって、気泡を横切って移動する非ガス状媒体の高速横断ジェットを発生することができ、これは、風下の気泡壁に激突することは、当業者に知られている。これは、衝撃波が表面上に形成された微泡が存在する状態で発生したとき、表面のキャビテーション損傷というよく知られた問題を生じさせるメカニズムの1つである。しかし、本発明によれば、発明者等は、極めて高い局在化されたエネルギー集中を生じせるように、この自然に発生する現象を適切に適合させて利用することができ、そのエネルギー集中は、たとえば、後で述べるように、核融合を生成するために使用することができることを正しく理解している。

【0011】

流体の集束用ポケットの崩壊の間に形成されるジェットの現象は、ガスの目標ポケット

10

20

30

40

50

中に極めて大きいエネルギー集束を引き起こす様々な物理的メカニズムに繋がる。これらのメカニズムの1つは、ジェットから運動エネルギーへの簡単な移転であり、そのときジェットが流体の集束用ポケットの風下側に激突して、様々な高速の、及び／又は高圧の現象、たとえば入射衝撃波の10倍を超える圧力になることがある外側に移動する衝撃波が生成される。次いで、このより強烈な衝撃波は、ガスの目標ポケットと相互作用して、それを圧縮し加熱する。理解されるように、これによって、衝撃波が、流体の集束用ポケットが存在せず単にガスの目標ポケットに入射した場合より高い圧力及び温度をガスの目標ポケット中で得ることができるようになる。

#### 【0012】

本発明によれば、集束用及び目標のポケットは、初期衝撃波からガスの目標ポケットを遮蔽することによって、媒体中の衝撃波が、流体の集束用ポケットに入射し、その後ガスの目標ポケットに入射するように構成される。これによって、流体の集束用ポケットが、初期衝撃波からより強烈な衝撃波を発生することができ、次いでこれは、ガスの目標ポケットに入射する。一実施形態では、その遮蔽物は、流体の集束用ポケット自体から単なることができるはずである、すなわち集束用ポケットは、非ガス状媒体中で衝撃波からガスの目標ポケットを少なくとも部分的に遮蔽するように構成される。1つの例示の実施形態では、目標ポケットは、集束用ポケットの、初期衝撃波の入射方向と反対側に位置決めされる。集束用ポケットと目標ポケットの相対的なサイズは、重要ではないが、流体の集束用ポケットのサイズがガスの目標ポケットより大きいとき、この遮蔽は、もっとも効果的であることを理解されたい。

#### 【0013】

一般に、本発明のいくつかの実施形態では、集束用ポケットと目標ポケットが異なるサイズのものである限り、それらの相対的なサイズは、重要でないが、一実施形態では、流体の集束用ポケットは、サイズがガスの目標ポケットより大きい、すなわち流体の集束用ポケットは、体積がより大きい。発明者等は、これが、初期衝撃波からガスの目標ポケットを遮蔽する点で有利であり、一般に、また、そのためにより体積をより大きくすることが可能になり、したがって、また一般に、初期衝撃波に与えられる投影面積がより広くなるので、有利であると見なしてきた。これは、初期衝撃波からのエネルギーをいっそう多く利用することができ、次いで、ガスの目標ポケットに入射することになるエネルギーは、ガスの目標ポケットが、流体の集束用ポケットと同じ、又はそれより大きいサイズである場合より、強化される。

#### 【0014】

流体の集束用ポケットは好適には、直径が、ガスの目標ポケットの直径の少なくとも1.5倍、たとえば直径の2倍、たとえば直径の3倍、たとえば直径の5倍である。流体の集束用ポケット及びガスの目標ポケットの直径の説明は、気泡が球形である、又はまさに断面が円形であることを必ずしも暗示するものでない。流体の集束用ポケットとガスの目標ポケットの1つ又は両方が、球形である、又は断面が円形である場合、直径は、ポケット形状の同等の寸法、たとえばポケットを包み込む最小の球体の直径をいう。

#### 【0015】

本発明は、上記で議論したように、多くの利点を有し、これは、非凡な集束用及び目標のポケットだけを用いて実現することができる。しかし、発明者等は、複数の集束用及び／又は目標のポケットが設けられる多くの異なる実施形態を考え出している。一実施形態では、装置及び方法は、流体の複数の集束用ポケットからなる。流体の複数の集束用ポケットを設けると、初期衝撃波のエネルギーがそこに入射する体積及び面積が増加し、したがって、ガスの目標ポケットへの衝撃波を強化するために、衝撃波からより多くの量のエネルギーを利用できるようになる。さらにまた、これは、以下で議論するように、複数の初期衝撃波のエネルギーを利用して、1つ又は複数のガスの目標ポケット上に集中することを可能にすることができます。

#### 【0016】

また、複数の流体の集束用ポケットは、ガスの目標ポケットを遮蔽するように位置決め

10

20

30

40

50

することができる。ガスの目標ポケットが、2つの流体の集束用ポケットの、入射衝撃波と反対側に位置決めされ、目標ポケットが2つの集束用ポケットの間の中心に置かれる実施形態を考える。

【0017】

2つの集束用ポケットの間にギャップがあり、それを通じて、目標ポケットは、入射衝撃波を「見る」ことができるが、目標ポケットは、2つの集束用ポケットに入射する初期衝撃波によって打たれない、というのは、目標ポケットが、2つの集束用ポケットの間で反射希薄化の跳ね返るメカニズムによって遮蔽されるからである。別のように述べると、2つの集束用ポケットの間のチャネルの形状のため、入射衝撃波が大きく減衰する、すなわち遮蔽効果を発生する、2つの集束用ポケットの間の領域の設計によるものであり、必ずしもポケット自体の形状又は位置からの直接の結果ではない。その結果、目標ポケットは、初期衝撃波によって崩壊しないが、2つの集束用ポケットの崩壊によって発生される極めてより強い二次衝撃波によって崩壊する。これらの二次衝撃波の高められた強度によって、さらにまた1組が各集束用ポケットからのものである、2組の衝撃波に一緒に相互作用させることによって、ガスの目標ポケットの崩壊を著しく増強し、それによって発生される圧力及び温度が高められる。2つの流体の集束用ポケットが互いに、たとえば以下で議論するようにダンベル形状で接合された場合、2つの集束用ポケットによるガスの目標ポケットのための同様の遮蔽も、達成することができることを理解されたい。

10

【0018】

一実施形態では、複数の流体の集束用ポケットは、1つの流体の集束用ポケットの中心が、2つの隣接する流体の集束用ポケットの大きい方の直径の2倍未満の距離だけ、その隣接する流体の集束用ポケットの中心から隔離されるように、互いにに対して位置決めされる。その間隔は好適には、2つの隣接する流体の集束用ポケットの大きい方の直径の1.5倍より小さい、たとえば直径の1.2倍より小さい。2つより多い流体の集束用ポケットが存在する場合、流体の集束用ポケットの間隔は、もっとも近く隣接する流体の集束用ポケットに相対的に判定される、すなわち複数の流体の集束用ポケットのすべてが、一緒に、この近さにあることは必須ではない。

20

【0019】

2つより多い流体の集束用ポケット、たとえば流体の集束用ポケットのアレイを備える実施形態も予期される。これらはすべて、2つの集束用ポケットについて議論したように、ガスの目標ポケットを遮蔽するように構成することができる、及び／又はこれらは、単に複数の衝撃波を設けるために使用し、それによって衝撃波からより大きい量のエネルギーを、ガスの目標ポケットに対する衝撃波を強化するために利用することができる。たとえばアレイでの複数の流体の集束用ポケット（2つの集束用ポケットを備える場合を含む）は、初期衝撃波が集束用ポケットに入射した後、それらの崩壊から結果的に得られる衝撃波が、ガスの目標ポケットに同時に入射するように、ガスの目標ポケットに対して配置することができる。この構成によって、ガスの目標ポケットに入射する、全体が収束する衝撃波の強度を最大にし、それゆえ体積が圧縮されるガスの圧力及び温度が最大になる。あるいは、複数の流体の集束用ポケットは、結果的に得られる衝撃波が、異なる時間にガスの目標ポケットに入射するように、ガスの目標ポケットに対して配置することができる。これは、ガスの目標ポケットへの結果的に得られる衝撃波の入射を引き延ばすために、たとえばガスの体積内で反応が持続するのを支援するために使用することができる。

30

【0020】

ガスの目標ポケットに入射する結果的に得られる衝撃波のタイミングを調和させるように構成することに加えて、複数の流体の集束用ポケットを、結果的に得られる衝撃波の全体の形状を調和させるように構成することもできる。たとえば、複数の流体の集束用ポケットは、結果的に得られる衝撃波の全体が、ガスの目標ポケットに入射したとき、目標ポケットの形状にある程度一致するように、ガスの目標ポケットに対して配置することができる。これによって、目標ポケットのより強い、より強烈な崩壊が生じる。

40

【0021】

50

複数の流体の集束用ポケットからなる実施形態では、これらのポケットは、すべて、衝撃波が流体の集束用ポケットすべてに入射し、その後結果的に得られる衝撃波がガスの目標ポケットに入射するように、非ガス状媒体中の初期衝撃波及びガスの目標ポケットに対して位置決めすることができるはずであるが、これは必須ではない。

#### 【0022】

実施形態では、1つ又は複数のさらなる流体のポケットが、ガスの目標ポケットより初期衝撃波からさらに遠くに位置決めされる。この構成では、初期衝撃波は、まず、流体の集束用ポケットの1つ又は複数に入射して、結果的に得られる衝撃波が生成され、それは、次いでガスの目標ポケットに入射し、その後結果的に得られる衝撃波は、流体のさらなるポケット（複数可）に入射する。これは、このノこれらのさらなるポケット（複数可）の崩壊を引き起こして、さらなる衝撃波が生成されることになり、それは、次いでガスの目標ポケットの残されたものに入射して、さらにそれを圧縮し、それによって、もしかすると目標ポケット内での反応の収穫が増加される。

10

#### 【0023】

一実施形態では、装置は、複数のガスの目標ポケットからなる。この構成は、得られる収穫を増加させるために、圧縮されるガスの体積（そしてしたがって燃料又は反応物）を増加させるために使用することができる。複数のガスの目標ポケットは、たとえば目標ポケットを圧縮するために使用される、集束用ポケットの崩壊から結果的に得られる衝撃波の量を最大にするために、単一の流体の集束用ポケットのまわりに配置することができるはずであるが、この実施形態は、複数の流体の集束用ポケットが存在するとき、特に適している。したがって、一実施形態では、装置は、複数の流体の集束用ポケット及び複数のガスの目標ポケットからなる。これらの複数のポケットは、いくつもの方法で、たとえば上記に述べた実施形態の組合せで構成することができ、一般に、複数の流体の集束用ポケットの初期衝撃波の入射による崩壊によって、複数の結果的に得られ衝撃波が生成され、それは、次いで複数のガスの目標ポケットに入射するように、構成されることになる。

20

#### 【0024】

実施形態では、ガスの目標ポケットのための遮蔽物は、たとえば非ガス状媒体内で移動できない固体障害物からなることができるはずである、又はそれは、入射衝撃波をガスの目標ポケットから離れるように偏向させるために配置される圧力波、たとえば超音波の定在波からなることができるはずである。これは、自己の資質によって新しく発明的であると考えられ、したがって、さらなる態様から見たとき、本発明は、エネルギーの局在化される集中を生じさせる方法を提供し、その方法は、

30

まず非ガス状媒体内で流体の集束用ポケットに入射するように、媒体中を伝播する少なくとも1つの衝撃波を生成する行程からなり、

流体の集束用ポケット及び固体障害物が、媒体内のガスの目標ポケットに対して媒体に位置決めされ、

固体障害物は、初期衝撃波からガスの目標ポケットを遮蔽するように構成され、したがって流体の集束用ポケットへの衝撃波の入射が、その後ガスの目標ポケットに入射する衝撃波の強度を集中する。

40

#### 【0025】

また、本発明は、エネルギーの局在化される集中を生じさせるための装置にまで及び、その装置は、

流体の集束用ポケット、ガスの目標ポケット及び固体障害物をその中に有する非ガス状媒体と、

まず前記流体の集束用ポケットに入射するように、前記非ガス状媒体中を伝播する少なくとも1つの衝撃波を生成するための手段とからなり、

流体の集束用ポケット及び固体障害物は、媒体内にガスの目標ポケットに対して位置決めされ、

固体障害物は、初期衝撃波からガスの目標ポケットを遮蔽するように構成され、したがって流体の集束用ポケットへの衝撃波の入射が、その後ガスの目標ポケットに入射する衝

50

撃波の強度を集中する。

【0026】

固体障害物は、それへの衝撃波の入射によって実質的に影響されず、非ガス状媒体内に埋め込まれる固体材料の粒子、たとえば隣接するポケットと直径が同様のスチール粒子からなることができる。これらは、初期衝撃波から目標ポケットを遮蔽するさらなる方法であり、それによって目標ポケットが、ガスの集束用ポケットの崩壊から結果的に得られる衝撃波がそれに入射するまで、乱されないことが可能になる。これらの構成の1つの利点は、複数の流体の集束用ポケットからなる実施形態では、これらの構成は、ガスの集束用ポケットが目標ポケットを遮蔽するために排他的に使用される場合より、流体の集束用ポケットを互いからさらに離れて隔置することを可能にし、それによって非ガス状媒体内に流体の集束用ポケットを生成し位置決めすることがより容易になることである。流体の集束用ポケットからなる遮蔽物の代わりに、又はそれに加えて、固体障害物からなる実施形態は、設けることができることに留意すべきである。

【0027】

遮蔽物は、初期衝撃波によって損傷されない材料、たとえば固体障害物からなることができるはずである、又はそれは、変形する、移動する又は壊れる材料からなることができるはずである。さらにまた、遮蔽物は、集束用及び目標のポケットの崩壊のタイムスケールに合わせてだけ装置内に存在することができる、たとえば遮蔽物は、各衝撃波が非ガス状媒体に加えられる前、たとえば集束用及び目標のポケットの生成とともに再生することができるはずである。遮蔽物、及び集束用及び目標のポケットの多くの異なる構成が予期される。たとえば、遮蔽物は、流体の集束用ポケットより初期衝撃波の近くに位置決めることができるはずである、また逆も同様である。前者の例では、これによって、ガスの目標ポケットを流体の集束用ポケットより初期衝撃波の近くに位置決めすることが可能になり、遮蔽物が目標ポケットを初期衝撃波から保護するが、遮蔽物は、集束用ポケットの崩壊から結果的に得られる衝撃波が、その後目標ポケットに入射するように構成される。固体障害物からなる実施形態のすべてでは、ガスの目標ポケットは、固体障害物から隔置する、又はそれに取り付けることができるはずである。

【0028】

発明者等は、ガスの目標ポケットを初期衝撃波から遮蔽することは、常に必要であることはないことを理解しており、したがって、さらなる態様から、本発明は、エネルギーの局在化される集中を生じさせる方法を提供し、この方法は、

流体の集束用ポケット及びガスの目標ポケットを含む非ガス状媒体中を伝播する少なくとも1つの衝撃波を生成し、したがって衝撃波は、まず、ガスの目標ポケットに入射する工程からなり、

ガスの目標ポケットは、流体の集束用ポケットと異なるサイズのものであり、

流体の集束用ポケットの中心は、流体の集束用ポケットへの衝撃波の入射が、結果的に得られるより強烈な衝撃波を生成し、それはその後ガスの目標ポケットに入射するように、流体の集束用ポケット及びガスの目標ポケットの大きい方の直径の1.5倍未満の距離だけ、ガスの目標ポケットの中心から隔置される。

【0029】

また、本発明は、エネルギーの局在化される集中を生じさせるための装置にまで及び、この装置は、

流体の集束用ポケット及びガスの目標ポケットをその中に有する非ガス状媒体と、

まず前記ガスの目標ポケットに入射するように、前記非ガス状媒体中を伝播する少なくとも1つの衝撃波を生成するための手段とからなり、

ガスの目標ポケットは、流体の集束用ポケットと異なるサイズのものであり、

流体の集束用ポケットの中心は、流体の集束用ポケットへの衝撃波の入射が、結果的に得られるより強烈な衝撃波を生成し、それはその後ガスの目標ポケットに入射するように、流体の集束用ポケット及びガスの目標ポケットの大きい方の直径の1.5倍未満の距離だけ、ガスの目標ポケットの中心から隔置される。

10

20

30

40

50

**【 0 0 3 0 】**

流体の集束用ポケット及びガスの目標ポケットの大きい方の直径の説明は、気泡が球形である、又は断面がまさに円形であることを必ずしも暗示しない。流体の集束用ポケット及びガスの目標ポケットの1つ、又は両方が、球形でない、又は断面が円形でない場合、直径は、ポケット形状と同等の寸法、たとえばポケットを包み囲む最小の球の直径をいう。

**【 0 0 3 1 】**

本発明のこれらの態様の構成が、本発明の前の態様の場合のように、ガスの目標ポケットを、流体の集束用ポケットによって衝撃波から遮蔽することを可能としないが、発明者等は、直観に反した方法で、この構成が有利な現象をもたらすことを発見した。衝撃波が非ガス状媒体中で生成されたとき、衝撃波は、目標ポケットを圧縮する、まず衝撃波はその目標ポケットに入射し、その後集束用ポケットに入射する。次いで、集束用ポケットから結果的に得られる強化された衝撃波は、外側へ移動し、目標ポケットの残されたものと相互作用して、ガスを再び圧縮し、それゆえ目標ポケット内により高い圧力及び温度が生成される。

10

**【 0 0 3 2 】**

本発明のこれらの態様では、流体の集束用ポケット及びガスの目標ポケットは、いずれかの異なる相対的なサイズにすることができるはずであるが、ガスの目標ポケットは好適には、流体の集束用ポケットより小さい。流体の集束用ポケットの直径は好適には、ガスの目標ポケットの直径の少なくとも1.5倍、たとえば直径の2倍、たとえば直径の3倍、たとえば直径の5倍である。

20

**【 0 0 3 3 】**

ガスの目標ポケットのサイズがこのようにより小さいと、たとえガスの目標ポケットが初期衝撃波によって圧縮されたとしても、衝撃波がその後流体の集束用ポケットに入射したとき生成される横断ジェット中に、ガスの目標ポケットが引き込まれることになる。前に述べたように、横断ジェットが集束用ポケットの風下側に激突したとき、より強烈な衝撃波が発生する。ジェットによって持って行かれた、ガスの目標ポケットの残されたものは、次いで、より強烈な衝撃波によってさらに圧縮されて、このガス中に極めて高い圧力及び温度をもたらすことに繋がる理想的なこの激突に近い位置にある。流体の集束用ポケットの中心は好適には、流体の集束用ポケット及びガスの目標ポケットの大きい方の半径の2.5倍未満、たとえば半径の2倍未満、たとえば半径の1.5倍未満の距離だけ、流体の目標ポケットの中心から隔置される。

30

**【 0 0 3 4 】**

流体の集束用ポケット及びガスの目標ポケットの両方は、それぞれ、多くの異なる形状の1つからなることができるはずである。集束用及び目標のポケットが同じ形状からなることは、必要でない。たとえば、ポケットは、球形、円柱（様々な断面形状、たとえば円形、楕円形又は長方形が可能である）、トロイド、楕円体、回転楕円体又はダンベル形状からなることができるはずである。球形は、たとえば核反応のために、その表面積に対して最大量の燃料を保持することができるという利点を有するが、一実施形態では、流体の集束用ポケットが細長い、たとえば楕円体又は断面が楕円形である円柱である。集束用ポケットは好適には、衝撃波が集束用ポケットに近付く少なくともその方向成分で細長い。たとえばその軸が衝撃波の集束用ポケットに近付く方向に対して垂直に走る円柱状のポケットは、非ガス状媒体から打ち抜く、又は穴を開けることが可能であり、これは、たとえば、非ガス状媒体がゲルからなる場合、容易に行うことができる。

40

**【 0 0 3 5 】**

細長い集束用ポケットを設けることは、初期衝撃波が集束用ポケットに入射したときの横断ジェット形成のメカニクスのために特に有利である。非ガス状媒体中の衝撃波が流体の集束用ポケットに入射したとき生成される横断ジェットは、集束用ポケットの風下側に激突したとき、集束用ポケットの入射面からその高速まで加速される。ジェットが集束用ポケット中を進むとき、ジェットは、衝撃波が合流するにつれて加速され続ける。したが

50

つて、集束用ポケットの入射側と風下側の間の距離を増加させる細長い集束用ポケットを設けることによって、ジェットは、さらに加速されるスペースを有し、したがってジェットは、集束用ポケットの風下側に激突したとき、最大速度に到達する。これによって、衝撃波から最大量のエネルギーを、ジェット及びその後の集束用ポケットの風下側への激突中で利用することが可能になり、したがって、集束用ポケットの崩壊から結果的に得られる衝撃波の強度、及びその後のガスの目標ポケットの圧縮及び加熱が最大にされる。流体の集束用ポケットの最大の半径又は長さは、横断ジェットが不安定になり始め、したがって小滴の飛沫に分解される点によって決定される。

#### 【0036】

一実施形態では、複数の衝撃波は、複数の異なる方向から非ガス状媒体に加えられる。一般に、複数の衝撃波のそれぞれについて、少なくとも1つの流体の集束用ポケットが存在することができる。これは、複数の衝撃波が、非ガス状媒体に加えられて、単一の流体の集束用ポケットに入射することができるといえ、気泡のそれぞれの崩壊によって、ガスの目標ポケットに入射する、結果的に得られる衝撃波を生成することができるようになる。もちろん、また、上記に述べたような複数のガスの目標ポケットが存在することができる。複数の衝撃波の1つ又は複数を加える手段は、1つ又は複数の流体の集束用ポケットの崩壊から結果的に得られる衝撃波からなることができるはずであり、したがってこれらの実施形態と、ガスの複数の集束用ポケットからなる実施形態の間にある程度の重なりが存在することを理解されたい。これらの構成のすべては、ガスの目標ポケットのより強烈な崩壊を可能とし、複数の流体の集束用ポケットからなる実施形態と同様に、複数の衝撃波及び流体の集束用ポケットは、結果的に得られる衝撃波をガスの目標ポケットの形状に一致させるように構成することができる。

#### 【0037】

上記に述べた、すべての実施形態では、非ガス状媒体に加えられる衝撃波が、平面波であると仮定された。しかし、一実施形態では、衝撃波は、非平面衝撃波である、すなわち衝撃波を非ガス状媒体に加えるための手段が、非平面衝撃波を非ガス状媒体に加えるように構成される。これは、ガスの目標ポケットに入射する結果的に得られる衝撃波を形作るために、複数の流体の集束用ポケットの構成を使用することに加える、又はその代わりとすることができる。このようにして、初期衝撃波は、ガスの目標ポケットに入射する結果的に得られる衝撃波の強度を最大にするために、流体の集束用ポケットの構成に合うように、たとえばその形状と一致するように構成することができる。この実施形態の範囲内に、特に複数の入射衝撃波及び/又は複数の流体の集束用ポケットからなる実施形態では、多くの構成が可能であることを理解されたい。

#### 【0038】

これに、非ガス状媒体中の集束用及び目標のポケットだけを参照してきたのであるが、一実施形態では、ガスの目標ポケットが、表面に取り付けられる。そのとき、流体の集束用ポケットの崩壊から結果的に得られる衝撃波は、表面に対してガスの目標ポケットを捕捉し圧縮し、それによって極めて高い温度及び圧力が、圧縮されたガスのポケット中で達成されることが可能になる。表面は、平坦とすることができるはずであるが、一実施形態では、表面は、ガスの目標ポケットを部分的に受け入れるように形作られたくぼみからなる。なお、ガスの目標ポケットをどこかに位置決めすると、くぼみは、激突衝撃波とそれ自体の間に元のガスの目標ポケットのある体積を捕捉しながら、結果的に得られる衝撃波を受け入れるように設計することができる。これは、極めて大きいエネルギー集束をガスの捕捉された体積中に生じさせる。たとえば、流体の集束用ポケットから衝撃波を受け入れるように表面のくぼみの形状を最適化することによって、ピーク温度は、平面表面に取り付けられたガスのポケットと比較すると1桁を超えて上昇させることができる。

#### 【0039】

ガスの目標ポケットが表面に取り付けられる別の実施形態では、表面は、ガスの目標ポケットに入射する結果的に得られる衝撃波の強度を集中するように形作られる。表面の形状は、ガスのポケットの崩壊が強化されるように、たとえば流体の集束用ポケットから入

10

20

30

40

50

射する衝撃波がガスの目標ポケットの表面により一致しているように、入射衝撃波がガスの目標ポケットに到達する前に、入射衝撃波の反射を制御するために使用することができる。

#### 【 0 0 4 0 】

前の様に、ガスの目標ポケットを表面に取り付けるのに適切な領域を設けるために、表面が取ることができるはずである多くの形状及び構成が存在し、そして表面の構成は、衝撃波が表面とどのように相互作用するのかを決定することになり、そしてガスのポケットの配置及び形状に関連した表面の形状は、衝撃波がガスのポケットとどのように相互作用するのかを決定することになり、衝撃波が表面と相互作用する前に、それと同時に、又はその後にそうすることができる。次いで、これは、崩壊のダイナミックスに影響を及ぼし、それゆえ衝撃波によるガスの圧縮を通して達成可能である温度及び密度を増加させることができる。いくつかの実施形態では、ピーク温度は、孤立した気泡と相互作用する同様の衝撃と比較したとき、1桁を超えて上昇させることができる。

#### 【 0 0 4 1 】

また、発明者等は、たとえガスの目標ポケットが表面に取り付けられていなくても、表面を用いることができることに気付いていた。一実施形態では、第2のガスのポケットが表面から隔離される。表面は好適には、集束結果的に得られる、すなわち流体の集束用ポケットの崩壊から衝撃波を、ガスの目標ポケットに導くように、少なくとも部分的に反射するように形作られる。それゆえ、この実施形態では、表面は、ガスの目標ポケット中へのエネルギー集中を、衝撃波を反射する、及び／又は衝撃波をガスの目標ポケットに集束させることによって高めるために使用することができる事が分かるはずである。構成は、衝撃波が、ガスのポケットの前に表面に激突するようなものにできるはずであるが、好適には、入射衝撃波がガスのポケットと相互作用して、それを崩壊させ、その後、入射衝撃波及び／又は空洞崩壊（その存在は、当業者に知られているはずである）によって発生される多数の衝撃波のいずれかは、衝撃波がガスポケットの残されたものに向けて反射されて戻され、それを2度又はそれ以上崩壊させ、それゆえ得られる加熱を高めるような方法で、表面と相互作用する。

#### 【 0 0 4 2 】

表面が取ができるはずの多くの形状及び構成が存在する。表面の構成は、衝撃波がそれとどのように相互作用するのかを決定することになり、ガスのポケットの配置及び形状に関連した表面の形状は、衝撃波がガスポケットとどのように相互作用するのかを決定することになり、衝撃波が表面と相互作用する前に、それと同時に、又はその後にそうすることができる。これは、次いで、崩壊のダイナミックスに影響を及ぼし、それゆえ衝撃波によるガスの圧縮を通して達成可能である温度及び密度を増加させることができる。いくつかの実施形態では、ピーク温度は、孤立した気泡と相互作用する同様の衝撃と比較したとき、1桁を超えて上昇させることができる。

#### 【 0 0 4 3 】

大部分の実施形態では、流体の集束用ポケットは、ガスの目標ポケットから隔離され、それによって初期衝撃波が集束用ポケットに入射して、それを崩壊させ、そしてその後目標ポケットに入射する結果的に得られる衝撃波を引き起こすことが可能になる。しかし、一実施形態では、ガスの目標ポケットは、流体の集束用ポケットと接触している。ガスの目標ポケットは、流体の集束用ポケットに取り付ける、又はその内に含める、いずれかができるはずである。後者の場合、ガスのポケットがその内容物を持続するために、流体の集束用ポケットが非ガス状媒体（集束用ポケット自体がその内にある非ガス状媒体と異なる組成のもの）からなる、又はガスのポケットが膜表面からなる、いずれかである。集束用ポケットと目標ポケットの間を直接接触させることによって、それらの相対的な位置を容易に制御することが可能になり、集束用ポケット中の流体の性質は、初期衝撃波をガスの目標ポケットに集束させるために使用し、それゆえガスポケットの圧縮の強度を最大にすることができます。

#### 【 0 0 4 4 】

10

20

30

40

50

ガスの目標ポケットがそれに取り付けられる、又はガスの目標ポケットがそれから隔置される表面からなる実施形態のすべてでは、表面は、非ガス状媒体を保持する容器の内面からなることができるはずである。あるいは、表面は、非ガス状媒体内のいずれかの適切な場所に位置決めされる物体を含むことができるはずであり、実に、遮蔽物、たとえば固体障害物の表面からなることができる。

#### 【0045】

本明細書に述べる本発明の態様は、米国特許第7445319号に述べられた技法の代替物を提供し、米国特許は、それ自体の利益を与えることができる。本発明者等は、米国特許第7445319号に示唆されているように、高速で目標中に発射される小滴中の気泡の核生成中に重大な課題が存在することを認めている。タイミングは、衝撃が打ったとき、気泡がその膨張・崩壊サイクルの好都合な瞬間に存在するように、極めて正確である必要があるはずである。米国特許第7445319号によって要求され、そして米国特許第7380918号に詳述されているような高速の小滴を生成する方法は、また、複雑で費用がかかる。それに反し、そのような複雑さ及び関連する費用は、本発明の少なくとも好適な実施形態によって回避することができる。それゆえ、本発明の様々な態様は、衝撃波を非ガス状媒体内で生成する必要があるとき、非ガス状媒体からジェットによってある量のガスを圧縮するための極めてより簡単な技法を提示する。さらにまた、本発明者等によって実施された両方の技法の理論的な、及びコンピュータによるモデル化は、本発明による方法が、米国特許第7445319号に詳述されている方法より、1桁高い圧力及び温度の強度を与えることができることを示唆している。

10

20

#### 【0046】

初期衝撃波は、要求される圧力に依存して、多くの異なる方法で、多くの異なる装置によって生成することができるはずである。たとえば、衝撃波砕石装置は、強度がより低い衝撃波を生成するために使用することができるはずである、又は爆発性平面波発生器は、強度が高い衝撃波を供給するために使用することができるはずである。あるいは、ガス銃は、非ガス状媒体と接触しているダイヤフラム又はピストン中に投射体を打ち込み、衝撃波を生成するために使用することができるはずである。好適な実施形態ではそのような爆発性装置が、0.1 GPaと50 GPaの間の衝撃波圧力を生成することができ、別の好適な実施形態では、砕石装置が100 MPa～1 GPaの衝撃波圧力を発生するために使用することができるはずである。衝撃波が繰り返し非ガス状媒体に加えられることになる場合、繰り返し率は、0.1 Hzより高く、たとえば1 Hzより高く、たとえば10 Hzより高く、たとえば100 Hzより高く、たとえば1 kHzより高く、たとえば20 kHzより高くなる可能性がある。

30

#### 【0047】

用語「ガス」は、本明細書で使用するとき、総称的に、それゆえ純粋な原子ガス又は分子ガスに限定するものでないものとして理解すべきであるが、また、蒸気、液体の懸濁液又はマイクロ懸濁液、又はガス中の固体、又はこれらの混合物を含むことを理解すべきである。「非ガス状媒体」は、総称的に理解すべきであり、それゆえ液体、非ニュートン性液体、半固体ゲル、衝撃波の通過がそれらの性質を変化させるまで、うわべは固体である材料、懸濁液又はマイクロ懸濁液、及びコロイドを含むことができるはずである。例は、ただし、これらに限定されないが、水、オイル、アセトンなどの溶剤、ヒドロゲル及びオルガノゲルを含む。用語「流体」は、総称的に理解すべきであり、それゆえ非固体のいずれかの形態、たとえば「ガス」及び「非ガス状」について上記で議論した組成のすべてを包含し、また液体及び非ニュートン性液体を含むものである。非ガス状媒体は、密度がガスより高く、また一般に流体より高くなることを理解すべきである。しかし、集束用ポケット中の流体と目標ポケット中のガスの相対密度は、流体がガスからなる、たとえば集束用ポケット中の流体が、目標ポケット中のガスより密度が低い場合があるはずである特にそれらの実施形態では、このように予め決定されない。

40

#### 【0048】

非ガス状媒体は、液体又は半固体ゲルなど、その中で衝撃波を生成するためのいずれか

50

の適切な物質とすることができます。次いでガス及び流体のポケットは、必要な場所で液体又はゲル媒体中に懸濁する気泡又は小滴によって形成することができる。ゲル又は粘性のある液体を使用すると、気泡の浮力が液体の粘性に打ち勝つことができる粘性がより低い液体と比較すると、媒体内でガス及び流体のポケットの場所を制御することができるようになるという利点がある。理解されるように、ポケットの位置を制御することができることは、ガスポケットが、表面に取り付けられるよりむしろ、表面の近くに位置決めされる実施形態では、特に重要である。ガスポケットが表面に取り付けられる実施形態では、表面の性質、たとえばその材料、又はその中のいずれかの刻み目又はくぼみは、ガスポケットを表面に付着させる助けとなることができるはずである。また、ゲル又は粘性のある液体を使用すると、ガス及び流体のポケットの詳細な形状を制御することができるようになるという利点がある。

10

#### 【0049】

米国特許第7445319号と比較したとき装置のセットアップのより静的な性質のおかげで、上記で議論したように、もっとより多くの制御を気泡の形状に対して発揮することができる。気泡が表面に取り付けられる実施形態では、気泡は、それが、目標表面へのその取付け部によって先端が切り取られた所から離れた遠くでは、球形とすることができます、たとえば気泡は、半球状とすることができます。いくつかの実施形態では、気泡は、目標表面にそれに対して垂直に接合するが、一方他の実施形態では、異なる角度が求められる。これらの実施形態の上位概念では、気泡自体は、全く球形ではないが、異なる形状を取り、それは、ただしこれらに限定されないが、楕円体、心臓形、及び球形、心臓形又は楕円体からの変形を含み、表面は、たとえばフーリエ級数によって記述することができるはずである擾乱を有し、気泡は、円錐又は台形など、形状が他の形状とはつきりと異なる。たとえば、円錐形の気泡は、真の液体媒体中で得ることは困難になるはずであるが、ゲル媒体の場合では、この実施形態は、可能になり、有利になることができるはずであることは、明らかになる。気泡が表面に取り付けられない本発明の実施形態では、気泡は、表面の制約を受けない、したがって、上記で議論されたような、いずれもの要求される形状を取ることができます。そのような実施形態では、気泡の形状及び目標表面の形状は、適切に一致させることができます、たとえばくぼみが半球形である場合、気泡は球形になるはずである。

20

#### 【0050】

ガス及び流体のポケットそれら自体は、ある方法で形成しなければならない。特定の実施形態のでは、それらは、米国特許第7445319号に記載されたシステムと同様のシステムを使用して核形成され、レーザが、ガス又は流体のポケットの核形成するために、液体内のナノ粒子とともに使用される。異なる実施形態では、ガス又は流体のポケットは、異なる液体の不安定なエマルションを使用して核形成することができるはずである。別の実施形態では、ポケットは、液体中にキャビテーションを誘導するように設計された、適切に狙われた圧力波を使用して、核形成される。すべてのポケットが同時に核形成される必要はなく、それらは、異なる相対的なタイミングを用いて生成することができます。一実施形態では、目標ポケットは、集束用ポケットの崩壊後に、たとえば衝撃波が既にそこを横切った非ガス状媒体の領域中に核形成することができます。ガスポケットが壁に取り付けられる実施形態では、表面上で気泡を膨張させるために、特に制御された量のガスを、目標表面中の通路中をポンプで送り入れることができるはずである。この実施形態は、発生させるガスポケットの内容物及びサイズに対して大いに制御できるという利点を有する。液体媒体がゲルである実施形態では、ガスポケットは、使用されるゲルブロックから正しい形状に打ち抜く、又はそうでなければ切断する、又は成形することによって事前に製造することができます。

40

#### 【0051】

別の実施形態では、ガス及び/又は流体のポケットは、事前に製造される膜を使用して形成され、この膜は、ガス又は流体のポケットと非ガス状媒体の間の境界を画定する、それゆえまたポケットの形状を画定することになる。このように薄膜の使用は、非ガス状材

50

料とガス又は流体の材料を切り離すことを可能にし、それによって組成の組合せのいずれかの選択を行うことが可能になる。また、これは、他の方法では得られない正確さでポケットの形状を制御することを可能にする。膜は、いずれかの適切な材料、たとえばガラス、プラスチック又はゴムから形成することができるはずである。膜を事前に製作すると、ある量のガスが、たとえば表面に対して捕捉され、したがって流れ去る、又はそうでなければかき乱すことができないので、非ガス状媒体として液体媒体をもっと容易に使用することが可能になる。特定の実施形態では、膜は、壊れやすく、衝撃波の激突時に砕けるように構成される。一実施形態では、事前に製作される膜は、脆弱なライン又は領域を有することによって、衝撃波の激突時、膜は、脆弱なラインにそって、又は脆弱な領域内で砕ける。脆弱なライン又は領域は、砕ける位置が、次のフローパターンに影響を与えるように、たとえばこれが横断ジェッティングの形成及びダイナミックスの制御を助けることができるよう構成することができる。別の実施形態では、膜は、空洞の崩壊によって変形するように設計される。ガスピケットが表面に取り付けられない実施形態では、膜内に含まれるガス又は流体のポケットの概念は、また、役に立つ。特定の実施形態では、ガス又は流体のポケットは、適切なガス又は流体が充填された小さなガラスピーズの形態を取る。これは、ガスピケットの形状を制御するのと同じ利点を有する。

#### 【0052】

好適な実施形態では、本明細書に述べる方法は、核融合反応を発生させるために用いられる。反応のための燃料は、非ガス状媒体、集束用ポケット中の流体、目標ポケット中のガスのいずれかの1つ又は複数によって供給することができるはずである、及び／又は燃料は、表面自体によって供給することができるはずである、すなわち集束用及び／又は目標のポケットのすべてが燃料を含まなくてもよい。米国特許第7445319号に記載された燃料のいずれかが、本発明での使用に適する。複数の集束用及び／又は目標のポケットからなる実施形態では、燃料は、ポケットのすべて中で同じとすることができるはずである。あるいは、異なる集束用及び／又は目標のポケットは、たとえば崩壊時間、強度及び／又は結果的に得られる衝撃波の方向に影響を及ぼすために、異なる組成の燃料（又は燃料でないとき、単に異なる組成のガス又は流体だけ）からなることができるはずである。表面に取り付けられたガスの目標ポケットからなる実施形態では、好適には、表面が燃料からなる。これは、有利である、というのは、これは、個別のガスの目標ポケットの圧縮が行われる場所であり、したがってその圧縮時に生成される圧力及び温度は、また、隣接する表面中で極めて高くなるからである。

#### 【0053】

一実施形態では、流体の集束用ポケット（複数可）及びガスの目標ポケット（複数可）は、異なる組成のもの、たとえばガスの目標ポケット（複数可）は、燃料を含むことができるはずであり、流体の集束用ポケット（複数可）は、不活性流体を含むことができるはずである。これは、それ自体の資質によって新しく発明性があると考えられ、したがってさらなる態様から見たとき、本発明は、エネルギーの局在化される集中を生じさせる方法を提供し、この方法は、

まず非ガス状媒体内で流体の集束用ポケットに入射するように、媒体中を伝播する少なくとも1つの衝撃波を生成する工程からなり、

流体の集束用ポケットは、ガスの目標ポケットと異なる組成のものであり、そして流体の集束用ポケットへの衝撃波の入射が、その後ガスの目標ポケットに入射する衝撃波の強度を集中するように、媒体内にガスの目標ポケットに対して位置決めされる。

#### 【0054】

また、本発明は、エネルギーの局在化される集中を生じさせるための装置にまで及び、この装置は、

流体の集束用ポケット及び異なるサイズに作られたガスの目標ポケットをその中に有する非ガス状媒体と、

まず前記流体の集束用ポケットに入射するように、前記非ガス状媒体中を伝播する少なくとも1つの衝撃波を生成するための手段とからなり、

10

20

30

40

50

流体の集束用ポケットは、ガスの目標ポケットと異なる組成のものであり、流体の集束用ポケットへの衝撃波の入射が、その後ガスの目標ポケットに入射する衝撃波の強度を集中するように、媒体内にガスの目標ポケットに対して位置決めされる。

【0055】

上記のように、目標ポケットは好適には、たとえば核融合反応のために、燃料を収容する。さらにまた、本発明の前の態様のすべてに関して議論した特徴のすべては、本発明のこの態様及び他の態様に等しく適用可能である。たとえば、一実施形態では、流体の集束用ポケットは、初期衝撃波からガスの目標ポケットを遮蔽するように構成される。

【0056】

装置は、本発明では、サイズに関して、小滴のサイズが捕捉される気泡の最大サイズを制約する米国特許第7445319号と同じぐらいに制限されることはない。より多くの量のガスが圧縮され加熱される装置がより大きいことは、有利であることができる。集束用及び目標のポケットのそれぞれ中のガス又は流体の量を、状況に応じて選択することができるが、好適な実施形態の1つでは、それは、 $5 \times 10^{-14}$  と  $5 \times 10^{-6} \text{ m}^3$  ( $5 \times 10^{-11}$  と  $5 \times 10^{-3}$  リットル) の間である。

10

【0057】

本発明のいくつかの実施形態によって得ることができる融合反応は、正味エネルギー生産（この分野での長期的研究目標）のために使用することができるはずであるが、発明者等は、たとえ核融合の効率が正味エネルギー生産のために必要な効率より低くても、本発明の実施形態によって得られる信頼性のある核融合が、たとえば他の核融合プロジェクトで燃料として使用することができ、現在の既存の技術を使用して、たとえば核分裂反応炉を使用して生産するには極めて費用がかかるトリチウムの生産において有利であることを理解している。また、核融合は、従来の代替策より安価でよりコンパクトである速くて安全な中性子源をもたらす点で役に立つことができる。当業者は、これが、多くの可能な応用、たとえば1つを上げると輸送用コンテナのX線検査を有することを正しく評価されたい。

20

【0058】

さらにまた、本発明によれば、核融合を生じさせることは全く必須ではない。たとえば、いくつかの実施形態では、本発明の技法及び装置は、極端で異常な条件にアクセスするために、又は単にその集中の形態で局在化される、かなりの加熱を特に生じさせるために使用することができる音響化学又はエキゾチック化学の反応炉として都合よく用いることができる。

30

【0059】

ここで、本発明のいくつかの実施形態を、例としてだけで添付図面を参照して述べることにする。

【図面の簡単な説明】

【0060】

【図1】本発明による実施形態を示す図。

【図2a】図1に示す流体及びガスのポケットを用いる衝撃波の相互作用の連続する段階を順番に示す図。

40

【図2b】図1に示す流体及びガスのポケットを用いる衝撃波の相互作用の連続する段階を順番に示す図。

【図2c】図1に示す流体及びガスのポケットを用いる衝撃波の相互作用の連続する段階を順番に示す図。

【図2d】図1に示す流体及びガスのポケットを用いる衝撃波の相互作用の連続する段階を順番に示す図。

【図2e】図1に示す流体及びガスのポケットを用いる衝撃波の相互作用の連続する段階を順番に示す図。

【図3a】図1に示す実施形態の異なる可能な対称性構成を示す図。

【図3b】図1に示す実施形態の異なる可能な対称性構成を示す図。

50

- 【図3c】図1に示す実施形態の異なる可能な対称性構成を示す図。
- 【図3d】図1に示す実施形態の異なる可能な対称性構成を示す図。
- 【図4】ガスの細長いポケットからなる、図1の実施形態の変形を示す図。
- 【図5】流体のダンベル形状のポケットからなる、図1の実施形態の変形を示す図。
- 【図6】移動できない障害物からなる、図1の実施形態の変形を示す図。
- 【図7】図2の実施形態の変形を示す図。
- 【図8】単一の流体のポケットを備える、図1の実施形態の変形を示す図。
- 【図9】流体のポケットのアレイを備える、図1の実施形態の変形を示す図。
- 【図10】より小さいガスのポケットを備える、図9の実施形態の変形を示す図。
- 【図11】複数の初期衝撃波を用いる、図9の実施形態の変形を示す図。 10
- 【図12】複数の初期衝撃波を用いる、図9の実施形態の変形を示す図。
- 【図13】2つのガスのポケット及び流体のポケットの2つの層を備える、図1の実施形態の変形を示す図。
- 【図14a】図13に示す流体及びガスのポケットを用いる衝撃波の相互作用の連続的な段階を順番に示す図。
- 【図14b】図13に示す流体及びガスのポケットを用いる衝撃波の相互作用の連続的な段階を順番に示す図。
- 【図14c】図13に示す流体及びガスのポケットを用いる衝撃波の相互作用の連続的な段階を順番に示す図。 20
- 【図14d】図13に示す流体及びガスのポケットを用いる衝撃波の相互作用の連続的な段階を順番に示す図。
- 【図15】流体のポケットの上にガスのポケットを備える、図8の実施形態の変形を示す図。
- 【図16a】図15に示す流体及びガスのポケットを用いる衝撃波の相互作用の連続的な段階を順番に示す図。
- 【図16b】図15に示す流体及びガスのポケットを用いる衝撃波の相互作用の連続的な段階を順番に示す図。
- 【図16c】図15に示す流体及びガスのポケットを用いる衝撃波の相互作用の連続的な段階を順番に示す図。 30
- 【図16d】図15に示す流体及びガスのポケットを用いる衝撃波の相互作用の連続的な段階を順番に示す図。
- 【図17】ガスのポケットが表面に取り付けられる、図1の実施形態の変形を示す図。
- 【図18】ガス及び流体のポケットが表面中のくぼみ内に位置決めされ、くぼみから隔離される、図1の実施形態の変形を示す図。
- 【図19】ガスのポケットが流体のポケット内にある、図8及び15の実施形態の変形を示す図。
- 【発明を実施するための形態】
- 【0061】
- 図1は、本発明による構成を概略的に示す。ヒドロゲルの形態、たとえば水とゼラチンの混合物の形態の非ガス状媒体2が設けられ、その内に2つの流体の集束用ポケット4及びガスの目標ポケット6が画定されて、固定化される。ガスの目標ポケット6は、たとえば核融合反応に係わるのに適する蒸発性燃料とすることができます。装置のサイズは、自由自在であるが、この略図の代表的な寸法は、0.1と $1 \times 10^{-5}$ mの間とすることができるはずである。 40
- 【0062】
- ここで、この実施形態の動作を、衝撃波8が流体の集束用ポケット4及びガスの目標ポケット6と相互作用する、図2a～2eに示す5つの連続する段階を特に参照して述べることにする。最初、衝撃波8が、爆発から、たとえば5GPaの圧力の下で、非ガス状媒体2内で生成される。これは、図1及び2aに、流体の集束用ポケット4に向けた矢印の方向で伝播するラインとして表してある。 50

## 【0063】

衝撃波 8 は、まず、図 2 b に示すように流体の集束用ポケット 4 の上部に入射して、密度が非ガス状媒体 2 から集束用ポケット 4 中の流体の密度に大きく変化した結果として、衝撃波 8 の一部が反射される。この反射された部分は、希薄化ファン 5 を形成し、それは、流体の集束用ポケット 4 から離れて伝播し、したがって衝撃波の反射された部分と流体の集束用ポケット 4 の間に低圧領域が生成される。2 つの流体の集束用ポケット 4 からの希薄化ファンの結合によって、非ガス状媒体中に遮蔽する結果的に得られるエリア 10 が生成され、それは、衝撃波が、流体の集束用ポケット 4 の間のギャップ中を伝播して、この段階でガスの目標ポケット 6 に入射することにならないように防止する。

## 【0064】

非ガス状媒体 2 は、衝撃波の反射された部分と流体のポケット 4 の間の低圧領域に 2 つの横断ジェット 12 として流入し、次いで、それは、図 2 c に示すように、流体の集束用ポケット 4 を横断する。ジェット 12 は、流体の集束用ポケット 4 の風下表面に激突するまで、流体の集束用ポケット 4 の体積を横切って加速される。これらの激突によって、図 2 d で見ることができるように、結果的に得られる衝撃波 14 が生成され、それは、崩壊した流体の集束用ポケット 4 から外側に進み、非ガス状媒体 2 に加えられた初期衝撃波 8 より強烈なものである。これらの結果的に得られる衝撃波、さらにまた流体の集束用ポケット 4 の残された部分のその後に続く崩壊から生じた衝撃波は、図 2 e に示すように、ガスの目標ポケット 6 に入射する。これによって、ガスの目標ポケット 6 の内部のガス状燃料が圧縮されて、核融合反応を発生するのに十分であることができる強烈な局所加熱が、引き起こされる。

## 【0065】

図 1 に示す実施形態の多くの異なる対称的な構成が図 3 a ~ 3 d に示されている。図 1 に示す本実施形態及び以下に述べる実施形態のそれでは、示す略図は、流体の集束用ポケット 4 及びガスの目標ポケット 6 の 3 次元体積を通る縦断面図であり、それゆえこれらの図は、図 3 a に示すように回転対称である、すなわち流体の集束用ポケット 4 がトロイドを形成する実施形態を描いている。しかし、これは、本発明には必須ではない。たとえば、図 3 b に示すように、流体の集束用ポケット 4 及びガスの目標ポケット 6 は、断面が円形である円柱からなることができるはずである。この設計は、ポケットを非ガス状媒体 2 から打ち抜くことを可能にして、いずれもの核生成に対する必要性を回避する点で、有利になることができる。

## 【0066】

図 3 c に示す構成は、2 次元平面上でガスの目標ポケット 6 の両側に配置された 2 つの球状の流体の集束用ポケット 4 からなり、図 3 d は、ガスの目標ポケット 6 のまわりに配置された 6 つの球状の流体の集束用ポケット 4 の完全に 3 次元の構成を示す。やはりいくらかの回転対称性を有する、恣意的な構成を設けることができるはずである。これらの構成の動作は、図 1 に示す実施形態に関して、すなわち図 2 a ~ 2 e を参照して上記に述べた構成と同様である。

## 【0067】

図 4 は、図 1 に示す実施形態の変形を示し、非ガス状媒体 102 内の流体の集束用ポケット 104 が細長い、たとえば断面が楕円形である。この構成は、やはり遮蔽作用をガスの目標ポケット 106 にもたらしているが、図 2 a ~ 2 e を参照して上記に述べたように流体の集束用ポケット 104 への衝撃波 108 の激突のときに生成される横断ジェットに、流体のポケット 104 の体積を横切って加速されるために、より多くの時間を与える。したがって、横断ジェットが流体の集束用ポケット 104 の風下表面に対して激突したとき、横断ジェットは、より高い速度に到達して、より強烈な結果的に得られる衝撃波が生成され、それは、その後ガスの目標ポケット 106 に入射して、より高い圧力及び温度が、圧縮されたガスの目標ポケット 106 内で得されることになる。

## 【0068】

図 5 は、図 1 に示す実施形態の別の変形を示し、流体のポケット 204 が一緒に接合さ

10

20

30

40

50

れて、非ガス状媒体 202 内に单一のダンベル形状の流体の集束用ポケット 204 が形成される。ガスの目標ポケット 206 のために、初期衝撃波 208 から良好に遮蔽される作用をもたらすことを見ることができる。

【0069】

図 6 は、図 1 に示す実施形態のさらなる変形を示し、移動できない固体障害物 316 が、非ガス状媒体 302 内に流体の集束用ポケット 304 の上でその間に位置決めされる。移動できない固体障害物 316 は、ガスの目標ポケット 306 のために初期衝撃波 308 から遮蔽して、前の実施形態の場合より、流体の集束用ポケット 304 を互いから離れてさらに遠く位置決めすることを可能にする。これは、非ガス状媒体 302 内に流体の集束用ポケット 304 を形成して位置決めすることをより簡単にすることができる。

10

【0070】

図 7 は、図 6 に示す実施形態の変形を示し、ガスの目標ポケット 406 が、移動できない固体障害物 416 の下面に、すなわち初期衝撃波 408 の方向と反対側に取り付けられて、V 字形状の先細りのくぼみ 418 を被覆し充填する。図 6 の場合のように、移動できない固体障害物 416 は、ガスの目標ポケット 406 のために初期衝撃波 408 から遮蔽し、またこの実施形態では、固体障害物 416 は、ガスの目標ポケット 406 を、2 つの流体の集束用ポケット 404 の崩壊から結果的に得られる衝撃波によって、それに対して捕捉して圧縮することができる表面になる。

【0071】

実に、ガスの目標ポケット 406 への結果的に得られる衝撃波の入射によって、いくつかの実施形態では、非ガス状媒体 402 のさらなる横断ジェットが形成され、それは、ガスの目標ポケット 406 の一部が、ジェットの先端と、移動できない固体障害物 416 の表面中の先細りのくぼみ 418 の間に捕捉されるように、ガスの目標ポケット 406 を横断することになる。移動できない固体障害物 416 の表面に対する横断ジェットのこの激突は、ガスの目標ポケット 406 の強烈な加熱及び圧縮、さらにまた移動できない固体障害物 416 中の衝撃波の両方を引き起こす。したがって、移動できない固体障害物 416 が、燃料又は反応物質を含む場合、これは、移動できない固体障害物 416 の材料中の所望の反応の引き金となることができる。

20

【0072】

図 8 は、図 1 に示す実施形態のまた別の変形を示し、单一の流体の集束用ポケット 504 だけが非ガス状媒体 502 内に設けられる。その動作は、上記に述べた実施形態の動作とまさに同様であり、衝撃波 508 が流体の集束用ポケット 504 に入射したとき、横断ジェットが生成され、そしてジェットが流体の集束用ポケット 504 の風下壁に激突したとき、結果的に得られる衝撃波が生成される。次いで、この結果的に得られる衝撃波は、上記に述べたように、ガスの目標ポケット 506 を圧縮するように働き、ガスの目標ポケット 506 は、最初、流体の集束用ポケット 504 によって初期衝撃波 508 から遮蔽されている。

30

【0073】

図 9 は、図 1 に示す実施形態の変形を示し、流体の集束用ポケット 604 のアレイが非ガス状媒体 602 内にガスの目標ポケット 606 の上でそのまわりに位置決めされる。これらの流体の集束用ポケット 604 は、それらの崩壊が衝撃波をもたらし、それは、ガスの目標ポケット 606 に同時に入射し、その形状に一致し、それゆえガスの目標ポケット 606 の極めて強烈な圧縮を生成するように、位置決めされる、及び / 又は異なる組成の流体を含む。あるいは、流体の集束用ポケット 604 の位置及び組成は、それらの崩壊が衝撃波をもたらし、それは、わずかに異なる時間に入射して、ガスの目標ポケット 606 を繰り返して圧縮することになるようなものにすることができる。

40

【0074】

図 10 は、図 9 に示す実施形態の変形を示し、もっとより小さいガスの目標ポケット 706 が設けられる。このより小さいガスの目標ポケット 706 は、極めてより強い強度の圧力及び温度を得ることを可能にする、というのは衝撃波からのエネルギーが、極めてよ

50

り小さい体積に集中されるからである。

【0075】

図11は、図9に示す実施形態の別の変形を示し、流体の集束用ポケット804の2つのアレイが非ガス状媒体内にガスの目標ポケット806の上下に位置決めされる。装置は、2つの衝撃波808が非ガス状媒体802内で生成され、それは、反対方向で上下から流体の集束用ポケット804に近付くように構成される。これは、流体の集束用ポケット804のアレイが崩壊して、結果的に得られる衝撃波が生成され、それは、その後ガスの目標ポケット806に入射することになる。互いに反対側からの結果的に得られる衝撃波は、上記に述べたような方法でガスの目標ポケット806の圧縮を高める。この実施形態の変形では、衝撃波808は、他の衝撃波の前に、流体のポケット804のアレイの1つに入射するように、非ガス状媒体802中で生成することができる。これは、結果的に得られる衝撃波が、次々とガスの目標ポケット806に入射することになる。

【0076】

図12は、図11に示す実施形態の変形を示し、4つの流体の集束用ポケット904が、ガスのポケット906のまわりに位置決めされる。装置は、4つの衝撃波908が非ガス状媒体902内で生成され、それは、ガスの目標ポケット906と向かい合う流体の集束用ポケット904と反対側から流体の集束用ポケット904に近付くように、構成される。これらの衝撃波908のそれぞれは、そこに入射する個別の流体の集束用ポケット904の崩壊を引き起こし、結果的に得られる衝撃波がガスの目標ポケット906に収束して、上記で述べたように、ガスの目標ポケット906が圧縮され加熱される。

【0077】

図13は、図1に示す実施形態の変形を示し、2つのガスのポケット1006及び流体の集束用ポケット1004、1005の2つの層が非ガス状媒体1002内に設けられる。単一の衝撃波1008が、図14aにも示すように、流体の集束用ポケット1004に向けて上側層中を伝播するように、非ガス状媒体内に発生される。上側の流体の集束用ポケット1004への衝撃波1008の入射によって、上記の実施形態を参照して述べ図14bに例示するように、その集束用ポケットの崩壊が引き起こされ、結果的に得られる衝撃波1014が生成される。この結果的に得られる衝撃波は、その後2つのガスの目標ポケット1006に入射して、横断ジェット1012が生成され、それは、ガスの目標ポケット1006の風下壁に対して激突することになる。これらの激突は、図14cに示すように、ガスの目標ポケット1006から生じて、流体の集束用ポケット1005の下側層に入射する、さらなる結果的に得られる衝撃波1015を引き起こす。同様に、これらの流体の集束用ポケット1005が崩壊し、図14dに示すように、さらなる結果的に得られる衝撃波1017がもたらされ、それは、その後、ガスの目標ポケット1006の残されたものに入射する。これは、ガスの目標ポケット1006をさらに圧縮して、それら内に得られる圧力及び温度を上昇させる。

【0078】

図9～12に示す構成と同様に、流体のポケット及びガスのポケットは、いくつでも、いずれかの構成で設けることができる。さらにまた、流体のポケットに入射する、いずれかの選択される方向からの衝撃波は、いくつでも、非ガス状媒体内で発生することができる

図15は、図8に示す実施形態の変形を示し、その構成は、初期衝撃波1108に対しで逆さまにされ、ガスの目標ポケット1106が流体の集束用ポケット1104の上にされている。図16aに示すように、初期衝撃波1108は、非ガス状媒体1102内にガスのポケット1106に向かう方向で発生され、その初期衝撃波は、まず、ガスのポケット1106に入射する。しかし、ガスの目標ポケット1106が、流体の集束用ポケット1104と比較して小さいので、初期衝撃波1108は、ガスの目標ポケット1106へのその入射によって大きく乱されない。したがって、衝撃波1108が、図16bに示すように、その後流体の集束用ポケット1104に入射したとき、既に述べたのと同じように、流体の集束用ポケット1104が崩壊する、すなわち流体の集束用ポケット1104

を横断する、非ガス状媒体 1102 の横断ジェット 1112 が形成される。しかし、この実施形態では、ガスの目標ポケット 1106 は、ガスの目標ポケット 1106 が崩壊して残されたものが、図 16c に示すように、横断ジェット 1112 中に引き込まれるように、流体の集束用ポケット 1104 に十分に近く位置決めされる。前に述べたのと同じメカニズムによって、横断ジェット 1112 は、図 16d に示すように、流体の集束用ポケット 1104 の風下壁に対して激突して、結果的に得られる衝撃波 1114 を激突点から外側に移動させる。ガスの目標ポケット 1106 が崩壊して残されたものが、横断ジェット 1112 中で流体の集束用ポケット 1104 を横切って引かれたとき、ガスの目標ポケット 1106 は、結果的に得られる衝撃波 1114 がそのもっとも強烈である間、すなわち結果的に得られる衝撃波 1114 が消散する前、結果的に得られる衝撃波 1114 がそれに入射するように、理想的に位置決めされる。

#### 【0079】

図 17 は、図 1 に示す実施形態の変形を示し、ガスのポケット 1206 が表面 1219 に取り付けられる。ある意味で、この実施形態は、また、ガスのポケットが、また、表面に取り付けられる、図 7 に示す実施形態の変形として見ることができる。図 17 では、ガスのポケット 1206 は、V 字形状の先細りのくぼみ 1218 を被覆し充填し、2 つの流体の集束用ポケット 1204 が、非ガス状媒体 1202 中にガスの目標ポケット 1206 の上に位置決めされている。上記に述べたのと同じように、初期衝撃波 1208 は、流体の集束用ポケット 1204 の崩壊を引き起こし、それによって結果的に得られる衝撃波が生成され、それは、その後、ガスの目標ポケット 1206 に入射する。より強烈な結果的に得られる衝撃波が、ガスのポケット 1206 をくぼみ 1218 の表面に対して捕捉し圧縮して、ガスが強烈に加熱される。

#### 【0080】

実に、ガスの目標ポケット 1206 への結果的に得られる衝撃波の入射によって、いくつかの実施形態では、非ガス状媒体 1202 のさらなる横断ジェットが生成され、それは、ガスの目標ポケット 1206 の一部が、ジェットの先端と表面 1219 中の先細りのくぼみ 1218 の間に捕捉されるように、ガスの目標ポケット 1206 を横断することができるようになる。くぼみ 1218 の表面に対する横断ジェットのこの激突は、ガスの目標ポケット 1206 の強烈な加熱及び圧縮、さらにまた表面 1219 中の衝撃波の両方を引き起こすことができる。したがって、表面 1219 が、燃料又は反応物質を含む場合、この激突は、表面 1219 の材料中に所望の反応の引き金となることができる。

#### 【0081】

図 18 は、図 1 に示す実施形態の変形を示し、ガスのポケット 1306 及び 2 つの流体の集束用ポケット 1304 が、非ガス状媒体 1302 内に位置決めされ、表面 1319 中の丸められた凹型のくぼみ 1318 から隔離される。衝撃波 1308 が非ガス状媒体 1302 内で発生されたとき、衝撃波は、まず、流体の集束用ポケット 1304 に入射し、前の実施形態と同様に、それらを圧縮するように働く。同時に、衝撃波 1308 は、表面 1319 中の凹型のくぼみ 1318 の上側から反射される。

#### 【0082】

一度衝撃波 1308 が流体の集束用ポケット 1304 を通過すると、結果的に得られる衝撃波が生成され、それは、その後、ガスの目標ポケット 1306 に入射し、衝撃波 1308 は、表面 1319 から反射されて、戻ってガスの目標ポケット 1306 に向けて進む。反射された衝撃波は、形状が凹型のくぼみ 1318 に似て、ガスの目標ポケット 1306 に向けて集束され、それに、反射された衝撃波は、同時に、又は流体の集束用ポケット 1304 の崩壊から結果的に得られる衝撃波のすぐ後で入射し、それゆえガスの集束用ポケット 1304 がさらに圧縮されて、その中の温度及び圧力がさらに上昇する。

#### 【0083】

図 19 は、図 8 及び 15 に示す実施形態の変形を示し、ガスのポケット 1406 が流体の集束用ポケット 1404 内にある。この実施形態では、流体の集束用ポケット 1404 は、液体のポケットであり、それは、ガスの目標ポケット 1406 を流体の集束用ポケ

ト 1404 内で静止させることができるように、非ガス状媒体 1402 より密度が低い。衝撃波 1408 が流体の集束用ポケット 1404 に入射したとき、衝撃波 1408 は、前の実施形態の場合と同様に、流体の集束用ポケット 1404 を崩壊させる。これは、衝撃波をガスの目標ポケット 1406 に収束させ、それゆえその後ガスの目標ポケット 1406 に入射する衝撃波の強度が増加される。

【0084】

具体的な例を与えてきたが、得られる実際の結果に影響を与える多数のパラメータ、たとえば液体又はゲルの媒体の密度、周囲の圧力及び温度、非ガス状媒体の、及び流体及びガスのポケットの組成、衝撃波の激突角度及び形状、及び表面の形状が存在することを理解されたい。

10

【0085】

述べた実施形態のすべてでは、装置は、流体のポケットに入射し、次いでその後、重水素で置換された水蒸気又は重水素ガスを含むガスのポケットに入射する衝撃波を媒体中で生成することによって使用することができ、その流体は、空気、水蒸気、アルゴン、キセノン又はオイルとすることができます。実験の多くのモデル化では、本明細書に述べた技法は、約 20 GPa のピーク圧力を生じさせ、その圧力は、ガスの崩壊した体積の内部で  $1 \times 10^6$  ケルビンを超える温度を引き起こすのに十分であり、そのような温度は、重水素原子の核融合反応を生じさせるのに十分であることができる。いくつかの非限定例では、結果として生じる中性子を他のプロセスで使用することができるはずである、又は中性子の運動エネルギーを熱エネルギーに変換する、それゆえ従来の熱力学エネルギー発生のために、中性子吸収体によって吸収することができるはずである。

20

【図 1】

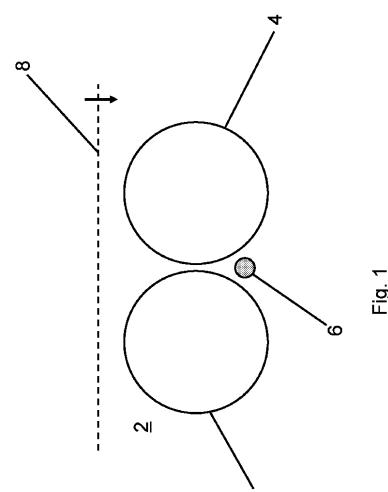


Fig. 1

【図 2 a - 2 e】

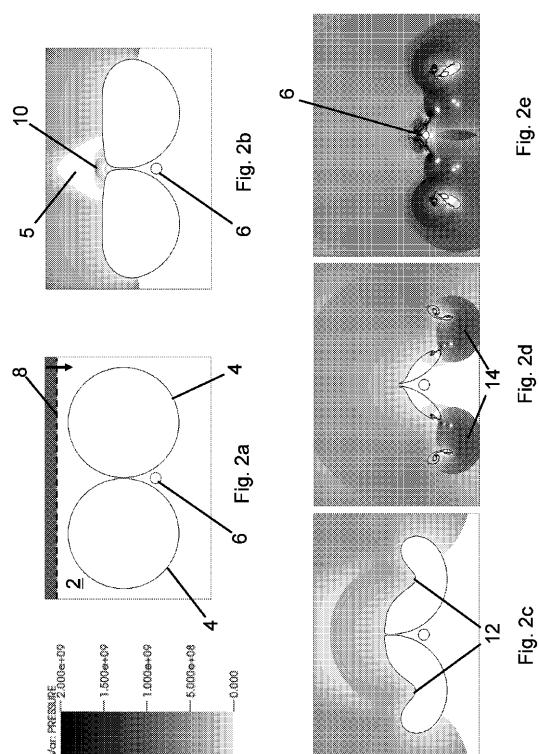


Fig. 2e

Fig. 2d

Fig. 2c

【図 3 a】

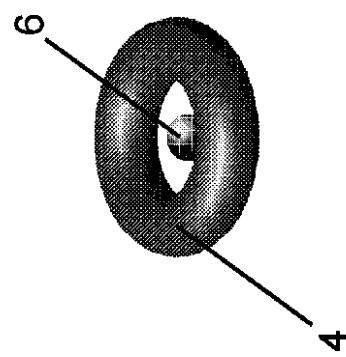


Fig. 3a

【図 3 c】

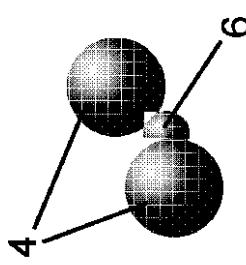


Fig. 3c

【図 3 b】

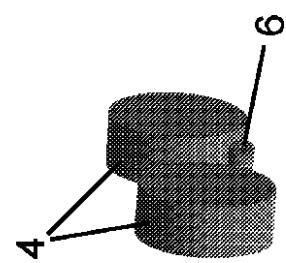


Fig. 3b

【図 3 d】

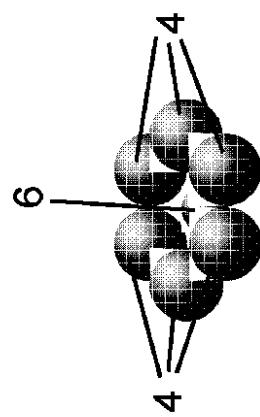


Fig. 3d

【図 4】

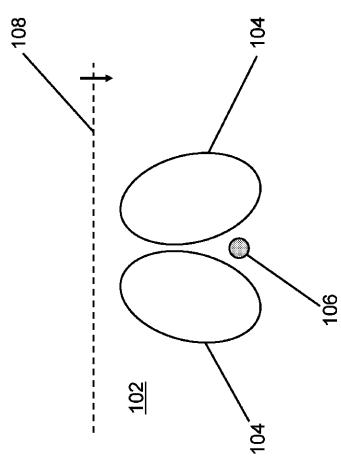


Fig. 4

【図 5】

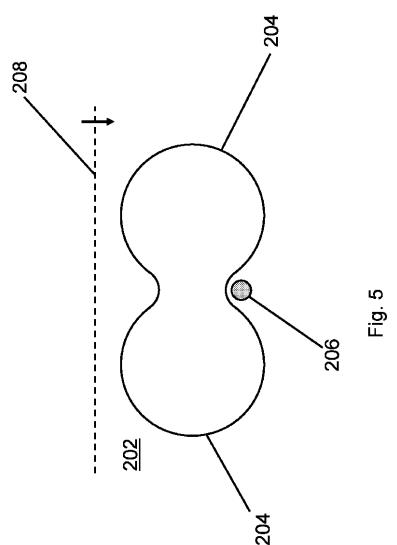


Fig. 5

【図6】

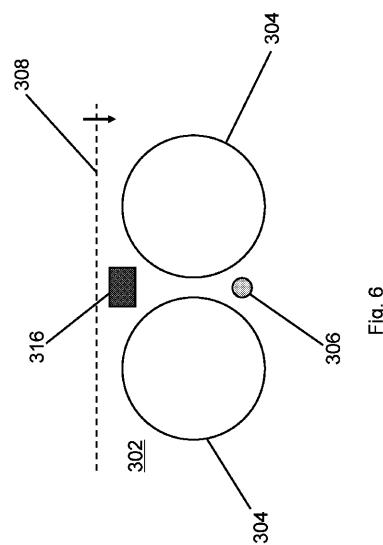


Fig. 6

【図7】

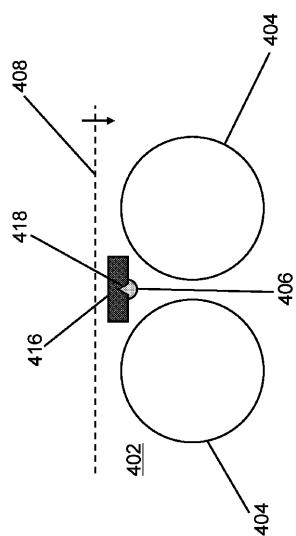


Fig. 7

【図8】

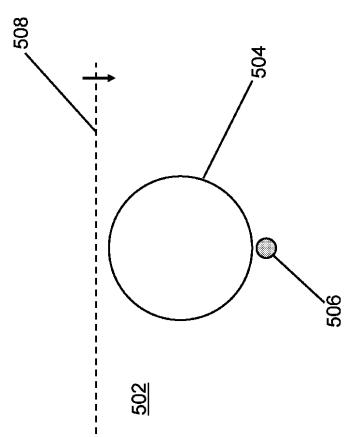


Fig. 8

【図9】

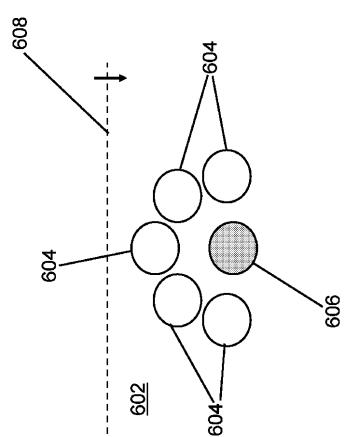


Fig. 9

【図10】

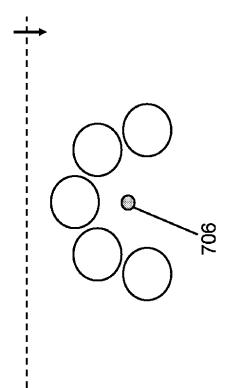


Fig. 10

【図 1 1】

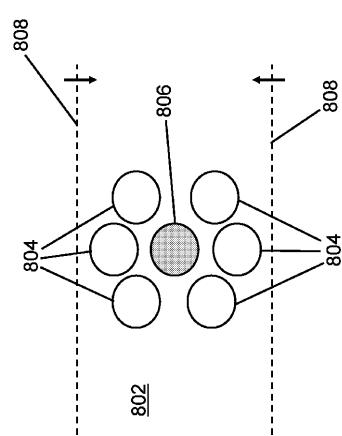


Fig. 11

【図 1 2】

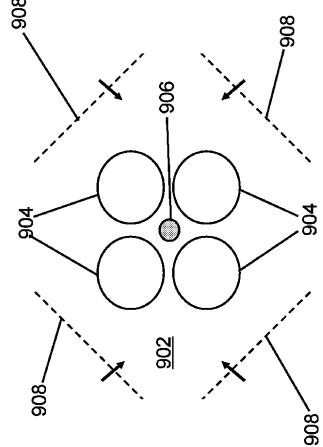


Fig. 12

【図 1 3】

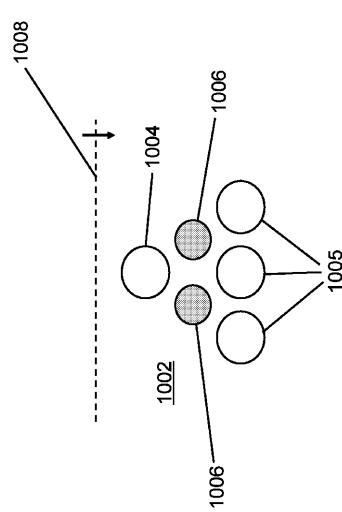


Fig. 13

【図 1 4 a - 1 4 d】

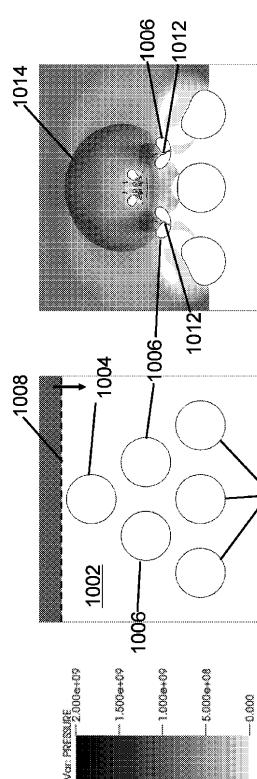


Fig. 14a

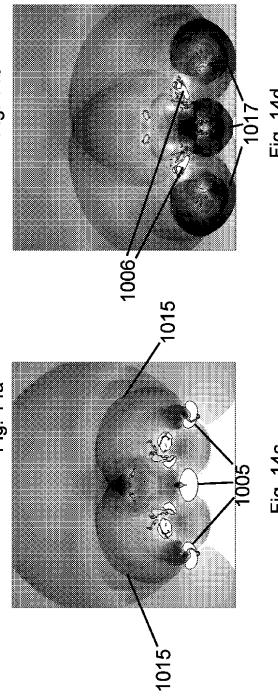


Fig. 14c

Fig. 14d

【図 1 5】

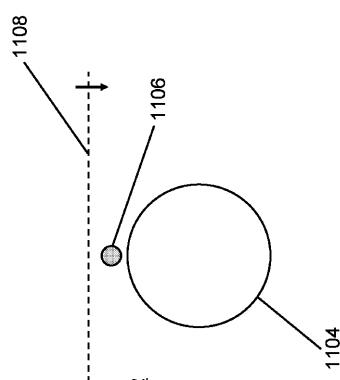


Fig. 15

【図 1 6 a - 1 6 d】

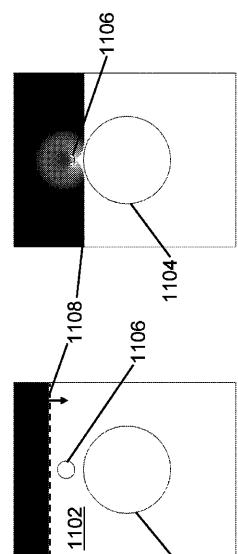


Fig. 16a

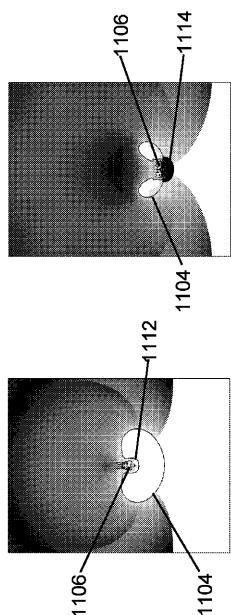


Fig. 16b

Fig. 16c

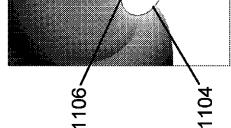


Fig. 16d

【図 1 7】

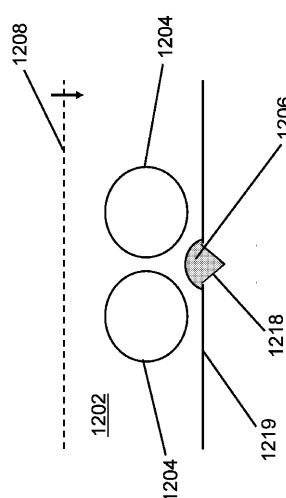


Fig. 17

【図 1 8】

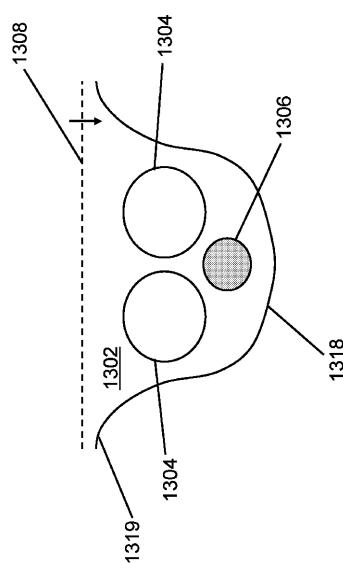


Fig. 18

【図 19】

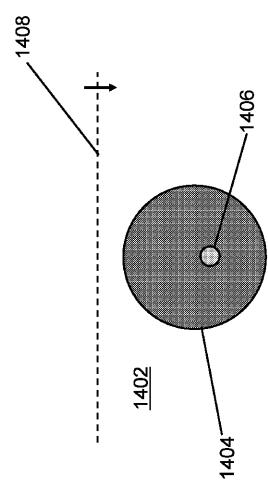


Fig. 19

---

フロントページの続き

(72)発明者 ベンティコス、イアニス

イギリス国 OX1 3PJ オックスフォードシャー オックスフォード パークス ロード  
ユニバーシティ オブ オックスフォード デパートメント オブ エンジニアリング サイエン  
ス

(72)発明者 ホーカー、ニコラス

イギリス国 OX1 3PJ オックスフォードシャー オックスフォード パークス ロード  
ユニバーシティ オブ オックスフォード デパートメント オブ エンジニアリング サイエン  
ス

(72)発明者 ベトニー、マシュー

イギリス国 OX1 3PJ オックスフォードシャー オックスフォード パークス ロード  
ユニバーシティ オブ オックスフォード デパートメント オブ エンジニアリング サイエン  
ス

審査官 鳥居 祐樹

(56)参考文献 特表2013-530388(JP,A)

特開2013-156098(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G21B 1/00 - 3/00