

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2004-528512

(P2004-528512A)

(43) 公表日 平成16年9月16日(2004.9.16)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F O 2 B 43/10

F O 2 M 21/02

F O 2 M 25/00

F O 2 M 27/04

F I

F O 2 B 43/10

F O 2 M 21/02

F O 2 M 25/00

F O 2 M 25/00

F O 2 M 27/04

テーマコード (参考)

Z

L

H

T

C

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 108 頁)

(21) 出願番号 特願2003-502352 (P2003-502352)  
 (86) (22) 出願日 平成14年5月31日 (2002.5.31)  
 (85) 翻訳文提出日 平成15年12月4日 (2003.12.4)  
 (86) 国際出願番号 PCT/CA2002/000809  
 (87) 国際公開番号 W02002/099260  
 (87) 国際公開日 平成14年12月12日 (2002.12.12)  
 (31) 優先権主張番号 2,349,508  
 (32) 優先日 平成13年6月4日 (2001.6.4)  
 (33) 優先権主張国 カナダ (CA)

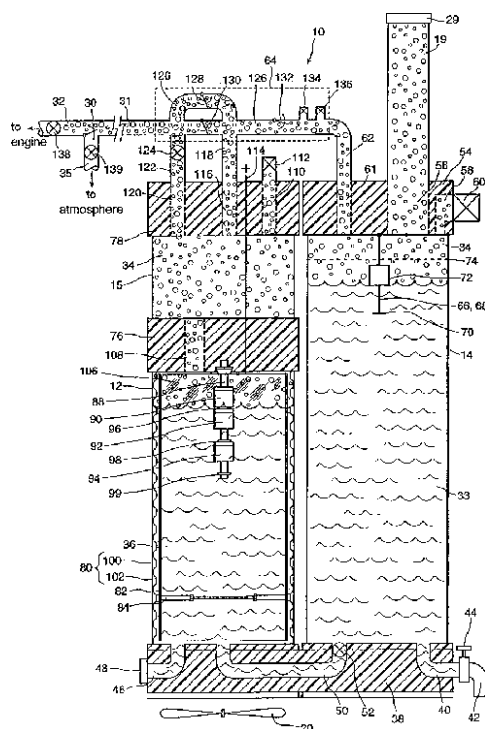
(71) 出願人 503445630  
 グローバル・テック・エンバイロンメンタル・プロダクツ・インコーポレイテッド  
 GLOBAL TECH ENVIRONMENTAL PRODUCTS INC.  
 .  
 カナダ、エル4ジー・6ダブリュー2、オンタリオ、オーロラ、ファーバッカー・レイン5番、ユニット・ナンバー3  
 (74) 代理人 100084146  
 弁理士 山崎 宏  
 (74) 代理人 100100170  
 弁理士 前田 厚司  
 (74) 代理人 100122286  
 弁理士 仲倉 幸典

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電解セルおよびそれを有する内燃エンジンキット

## (57) 【要約】

内燃エンジンにおいて、爆発を促進する一つまたはそれより多いガスを生成するためのシステムであって、上記内燃エンジンは、取り込み口を有し、圧力下で、一つまたはそれより多い燃焼を促進するガスを生成するための電解セルと、電解セルを内燃エンジンに接続するためのガス通路と、燃焼促進ガスのエンジンへの流れを調整するために、電解セルとエンジンの取り込み口との間に作動可能に接続されている流量調整装置とを備えるシステム。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

内燃エンジンにおける燃焼を促進する一つまたはそれより多いガスを生成するためのシステムであって、上記エンジンは、取り入れ口を有し、

- (a) 圧力下で一つまたはそれより多い燃焼促進ガスを生成するための電解セルと、
- (b) 上記電解セルと上記内燃エンジンの取り込み口とを接続するためのガス通路と、
- (c) 上記電解セルと上記エンジンの取り込み口との間に作動可能な状態で接続されていて、上記燃焼促進ガスの上記エンジンへの流れを調整する流量調整装置とを備えることを特徴とするシステム。

**【請求項 2】**

10

請求項 1 に記載の一つまたはそれより多いガスを生成するシステムにおいて、上記セルから上記エンジンへの上記燃焼促進ガスの流れの割合は、様々なエンジン負荷に対して一定であることを特徴とするシステム。

**【請求項 3】**

請求項 1 に記載の一つまたはそれより多いガスを生成するシステムにおいて、上記エンジンは、ターボチャージャーを備え、上記流量調整装置は、上記ターボチャージャーが動作しているとき、上記流れを調整することができることを特徴とするシステム。

**【請求項 4】**

請求項 1 に記載の一つまたはそれより多いガスを生成するシステムにおいて、上記流量調整装置は、上記取り込み口の圧力の動作範囲の上限近くに開放圧力が設定された排気弁であることを特徴とするシステム。 20

**【請求項 5】**

請求項 4 に記載の一つまたはそれより多いガスを生成するシステムにおいて、上記開放圧力は、11 b s から 501 b s の間の値に設定されていることを特徴とするシステム。

**【請求項 6】**

請求項 5 に記載の一つまたはそれより多いガスを生成するシステムにおいて、上記開放圧力は、約 201 b s であることを特徴とするシステム。

**【請求項 7】**

請求項 1 に記載の一つまたはそれより多いガスを生成するシステムにおいて、上記セルの圧力が所定の安全開放圧力を越えたとき、上記セルの上記可燃性のガスの圧力を減少させる圧力軽減手段を、更に備えることを特徴とするシステム。 30

**【請求項 8】**

請求項 7 に記載の一つまたはそれより多いガスを生成するシステムにおいて、上記圧力軽減手段は、上記所定の安全開放圧力を検出するために配置された圧力センサと、上記ガスの圧力が上記所定の安全開放圧力を越えたとき、上記セルで生成された上記可燃性のガスを、より低い圧力環境に接続するためのガス側路とを備えることを特徴とするシステム。

**【請求項 9】**

請求項 8 に記載の一つまたはそれより多いガスを生成するシステムにおいて、上記圧力センサは、圧力スイッチであり、上記ガス側路は、安全ガス通路であり、上記安全ガス通路は、開いた配置と閉じた配置との間で切替可能であることを特徴とするシステム。 40

**【請求項 10】**

請求項 7 に記載の一つまたはそれより多いガスを生成するシステムにおいて、上記所定の安全開放圧力は、少なくとも 35 ポンドであることを特徴とするシステム。

**【請求項 11】**

請求項 8 に記載の一つまたはそれより多いガスを生成するシステムにおいて、上記圧力センサは、上記所定の安全開放圧力で機械的に開くように設定された破裂板を備え、上記ガス側路は、上記セルと大気との間に作動可能な状態の連結部を備えることを特 50

徴とするシステム。

【請求項 12】

請求項 11 に記載の一つまたはそれより多いガスを生成するシステムにおいて、  
上記所定の安全開放圧力は、少なくとも 60 ポンドであることを特徴とするシステム。

【請求項 13】

請求項 1 に記載の一つまたはそれより多いガスを生成するシステムにおいて、  
上記システムは、圧力容器であり、爆発に耐えうるのに十分な頑丈さを有していることを  
特徴とするシステム。

【請求項 14】

請求項 13 に記載の一つまたはそれより多いガスを生成するシステムにおいて、  
上記システムは、圧力容器に関する米国機械エンジニア学会の規格ナンバー B31.1 に  
基づいてつくられていることを特徴とするシステム。

10

【請求項 15】

請求項 1 に記載の一つまたはそれより多いガスを生成するシステムにおいて、  
更に、上記ガス通路上に切替可能な弁を備え、上記切替可能な弁は、少なくとも二つの配  
置を有し、一の配置では、上記弁は、上記一つまたはそれより多いガスが、上記セルから  
上記内燃エンジンの上記取り込み口まで通り過ぎることを可能にし、上記配置の他では、  
上記弁は、上記一つまたはそれより多いガスが、上記セルから大気中まで通り過ぎるこ  
とを可能にすることを特徴とするシステム。

【請求項 16】

請求項 1 に記載の一つまたはそれより多いガスを生成するシステムにおいて、  
更に、上記セルに補充する水を収容する貯水器を備え、上記セルに圧力下で生成される上  
記一つまたはそれより多いガスは、上記貯水器内の水に圧力を加えるために、上記貯水器  
に移動可能に接続させられることを特徴とするシステム。

20

【請求項 17】

内燃エンジンでの燃焼を促進する一つまたはそれより多いガスを生成する方法であって、  
上記エンジンは、取り入れ口を有し、  
(a) 圧力下で一つまたはそれより多い燃焼促進ガスを生成するための電解セルと、上記  
電解セルと上記内燃エンジンの取り込み口とを接続するためのガス通路と、上記電解セル  
と上記エンジンの取り込み口との間に作動可能な状態で接続されていて、上記燃焼促進ガ  
スの上記エンジンへの流れを調整する流量調整装置とを準備することと、  
(b) 圧力下で上記一つまたはそれより多いガスを生成するために上記電解セルを稼動す  
ることと、  
(c) 上記流量調整装置によって上記一つまたはそれより多いガスの上記内燃エンジンへ  
の流れを調整することと  
を備えることを特徴とする方法。

30

【請求項 18】

請求項 17 に記載の一つまたはそれより多いガスを生成する方法において、  
上記電解セルを稼動する上記ステップは、上記一つまたはそれより多いガスの圧力を時間  
とともに上昇させるために、上記電解セルに生成された上記ガスを、所定の体積中に蓄え  
ることを含むことを特徴とする方法。

40

【請求項 19】

請求項 17 に記載の一つまたはそれより多いガスを生成する方法において、  
上記電解セルは、電解溶液を収容し、電解セルを準備する上記ステップは、上記電解溶液  
を補充するのに使用される補給の液体を収容している貯蔵器を準備することを含み、上記  
ガスの流れを調整する上記ステップは、上記セル内の上記電解溶液を補充すべく十分な量  
の上記液体を上記セルに流すために、上記ガスの上記圧力を上記補給の液体に接続するこ  
とを備えることを特徴とする方法。

【請求項 20】

請求項 17 に記載の一つまたはそれより多いガスを生成する方法において、

50

電解セルを準備する上記ステップは、上記電解セルに作動可能な状態で接続される安全開放弁を準備することを含み、上記電解セルを稼動する上記ステップは、上記一つまたはそれより多いガスの上記圧力が所定の安全開放圧力を越えたとき、または、上記セルが稼動していないとき、上記ガスを、上記安全開放弁を通じてより低い圧力環境に排出することによって、上記セル内の圧力を軽減することを含むことを特徴とする方法。

【請求項 2 1】

内燃エンジンの燃焼を促進する一つまたはそれより多いガスを生成するためのシステムであって、

(a) 電解溶液から一つまたはそれより多いガスを生成するための電解セルを備え、上記電解溶液は、水の凝固点よりも低い凝固温度を有し、上記セルは、最小限の稼働時間の間稼動させるのに十分な量の電解溶液を有しており 10

(b) 電解セルに補充するための水を収容するための補充貯水器を備え、

(c) 上記電解セルに補充するために、上記最小限の稼働時間以内で上記補充貯水器内の十分な水を溶かすために、上記補充貯水器に熱を供給するための上記補充貯水器に作動可能な状態で接続するヒーターを備えることを特徴とするシステム。

【請求項 2 2】

請求項 2 1 に記載の一つまたはそれより多いガスを生成するシステムにおいて、上記セルは、圧力下で上記一つまたはそれより多いガスを生成し、上記一つまたはそれより多いガスの圧力は、上記セル内の上記電解溶液を補充すべく十分な量の上記水を上記セルに流すために、上記貯水器の方に導かれることを特徴とするシステム。 20

【請求項 2 3】

請求項 2 2 に記載の一つまたはそれより多いガスを生成するシステムにおいて、上記セル中に圧力下で生成される上記一つまたはそれより多いガスを上記貯水器に接続するガス接続通路を更に備えることを特徴とするシステム。

【請求項 2 4】

請求項 2 2 に記載の一つまたはそれより多いガスを生成するシステムにおいて、上記貯水器からの上記水を上記セルに接続する水通路を備えることを特徴とするシステム。

【請求項 2 5】

請求項 2 1 に記載の一つまたはそれより多いガスを生成するシステムにおいて、上記補充貯水器は、少なくとも一部分が熱伝導の材質から形成され、上記ヒーターは、上記熱伝導の材質と作動可能な状態で接続されることを特徴とするシステム。 30

【請求項 2 6】

請求項 2 1 に記載の一つまたはそれより多いガスを生成するシステムにおいて、上記セルは、電源装置を有し、上記ヒーターは、上記セルの上記電源装置であることを特徴とするシステム。

【請求項 2 7】

請求項 2 1 に記載の一つまたはそれより多いガスを生成するシステムにおいて、上記補充貯水器は、断熱されていることを特徴とするシステム。

【請求項 2 8】

内燃エンジンの燃焼を促進する一つまたはそれより多いガスを生成する方法であって、  
(a) 電解溶液から一つまたはそれより多いガスを生成するための電解セルを準備することと、ここで、上記電解溶液は、水の凝固点よりも低い凝固温度を有し、上記セルは、最小限の稼働時間の間稼動させるのに十分な量の電解溶液を有し、また、上記電解セルに補充するための水を収容するための補充貯水器を準備することと、また、上記最小限の稼働時間以内で、上記セルに補充するのに十分な水を溶かすために、上記補充貯水器に熱を供給するための上記補充貯水器に作動可能な状態で接続されるヒーターを準備することと、  
(b) 上記電解溶液から上記一つまたはそれより多いガスを生成するために上記電解セルを稼動することと、  
(c) 上記セルに補充するための十分な水を溶かすために上記ヒーターを稼動することと 50

、  
(d) 上記セル内の上記電解溶液に上記水を補充することと  
を備えることを特徴とする方法。

【請求項 29】

内燃エンジンの燃焼を促進する一つまたはそれより多いガスを生成する方法であって、  
(a) 電解溶液から一つまたはそれより多いガスを生成するための電解セルを準備することと、ここで、上記電解溶液は、上記セルの水準を有し、上記電解セルは、所定の再充填水準を有し、上記所定の再充填水準の電解溶液は、上記セルが最小限の稼働時間の間稼動することを可能にし、また、上記電解セルに補充するための水を収容するための補充貯水器を準備することと、また、所定の設定時間に設定されたタイマーを準備することと、  
(b) 上記電解セルが稼動しているならば、上記電解セルの稼動を停止することと、  
(c) 上記タイマーを始動することと、  
(d) 上記所定の設定時間において、上記セル内の上記電解溶液の水準を監視することと

10

、  
(e) 上記水準が上記所定の再充填水準かそれより低くなっているならば、上記セル内の上記電解溶液に上記貯水器からの上記水を補充することとを備え、  
上記セルは、最小限の稼働時間の間稼動するのに十分な量の電解溶液を有していることを特徴とする方法。

【請求項 30】

一つまたはそれより多いガスを生成するために溶液の電気分解を行うための電解セルであって、

20

(a) 内部空間を画定すると共に、少なくとも一部分が伝導性を有する本体と、  
(b) 上記本体によって画定される内部空間内に配置される伝導体と、ここで、上記伝導体は、上記本体の上記伝導性を有する一部分から離されて配置されており、  
(c) 上記電解セルによって生成される一つまたはそれより多いガスを受け入れるために、本体に作動可能な状態で接続される出口と、  
(d) 上記電解セルによって使用される溶液を補充するための液体を受け入れるために、本体に作動可能な状態で接続される入口と、  
(e) 上記本体の上記伝導性を有する一部分かまたは上記伝導体の一方に作動可能な状態で接続されるカソードと、  
(f) 上記本体の上記伝導性を有する一部分かまたは上記伝導体の他方に作動可能な状態で接続されるアノードと  
を備えることを特徴とする電解セル。

30

【請求項 31】

請求項 30 に記載の電解セルにおいて、  
本体の上記伝導性を有する一部分と上記伝導体の内の少なくとも一方は、少なくとも部分的に拡張金網から構成されていることを特徴とする電解セル。

【請求項 32】

請求項 31 に記載の電解セルにおいて、  
上記拡張金網は、50%の空き領域を有していることを特徴とする電解セル。

40

【請求項 33】

請求項 31 に記載の電解セルにおいて、  
上記拡張金網は、立方面中心分子構造を有していることを特徴とする電解セル。

【請求項 34】

請求項 31 に記載の電解セルにおいて、  
上記本体は、外部ケーシングと内側網とを備え、上記内側網は、上記外部ケーシングと作動可能な状態で接続されており、上記内側網は、拡張金網から構成されていることを特徴とする電解セル。

【請求項 35】

請求項 30 に記載の電解セルにおいて、

50

上記本体上の出口と上記内燃エンジンとの間を作動可能な状態で接続するコンデンサを更に備え、上記コンデンサは、上記一つまたはそれより多いガスを上記セルから受けて熱的に孤立させることを特徴とする電解セル。

【請求項 36】

請求項 35 に記載の電解セルにおいて、上記コンデンサは、水蒸気を凝縮させる伝導性の表面を有していることを特徴とする電解セル。

【請求項 37】

請求項 30 に記載の電解セルにおいて、  
上記セルを冷却するファンを更に備えることを特徴とする電解セル。

【請求項 38】

請求項 30 に記載の電解セルにおいて、  
少なくとも一つの温度センサを更に備えることを特徴とする電解セル。

【請求項 39】

請求項 38 に記載の電解セルにおいて、  
上記温度センサによって示された上記セルの温度が所定の低温を下回ったとき、上記セルを暖めるために、上記本体に作動可能な状態で接続されるヒートブランケットを更に備えることを特徴とする電解セル。

【請求項 40】

請求項 30 に記載の電解セルにおいて、  
上記カソードおよび上記アノードは、上記本体内の上記溶液の水準を越えて延びるのに十分な高さを有していることを特徴とする電解セル。

【請求項 41】

請求項 40 に記載の電解セルにおいて、  
上記カソードおよびアノードの上記高さは、8 インチから 12 インチの間の範囲であることを特徴とする電解セル。

【請求項 42】

請求項 40 に記載の電解セルにおいて、  
上記溶液の上記水準は、1 / 2 インチから 3 インチの間の範囲の長さだけ上記カソードおよびアノードの上記高さよりも低いことを特徴とする電解セル。

【請求項 43】

請求項 40 に記載の電解セルにおいて、  
上記本体の上記内部空間内の溶液の水準を検出する浮きセンサを更に備えることを特徴とする電解セル。

【請求項 44】

請求項 43 に記載の電解セルにおいて、  
上記浮きセンサは、上記本体の最上部のすぐ近くの所定の高位地点で、上記溶液の水準を検出する安全浮きを備えることを特徴とする電解セル。

【請求項 45】

請求項 43 に記載の電解セルにおいて、  
上記浮きセンサは、所定の充填地点で上記溶液の水準を検出する充填浮きを備えることを特徴とする電解セル。

【請求項 46】

請求項 43 に記載の電解セルにおいて、  
上記浮きセンサは、所定の再充填地点で上記溶液の水準を検出する再充填浮きを備えることを特徴とする電解セル。

【請求項 47】

請求項 43 に記載の電解セルにおいて、  
上記浮きセンサは、所定の低位地点で上記溶液の水準を検出する低位浮きを備えることを特徴とする電解セル。

【請求項 48】

10

20

30

40

50

請求項 30 に記載の電解セルにおいて、

上記一つまたはそれより多いガスの上記内燃エンジンへの流れを調整するために、上記出口は、流量調整装置に作動可能な状態で接続されていることを特徴とする電解セル。

【請求項 49】

請求項 48 に記載の電解セルにおいて、

上記流量調整装置は、逆止弁であることを特徴とする電解セル。

【請求項 50】

請求項 49 に記載の電解セルにおいて、

上記逆止弁は、少なくとも 20 l b s の開放圧力に設定されていることを特徴とする電解セル。

10

【請求項 51】

請求項 30 に記載の電解セルにおいて、

上記本体および上記伝導体は、円筒形に成形されていることを特徴とする電解セル。

【請求項 52】

内燃エンジンにおける燃焼を促進する一つまたはそれより多いガスを生成するための内燃エンジンキットであって、上記エンジンは、取り込み口を有し、

( a ) 圧力下で一つまたはそれより多い燃焼促進ガスを生成するための電解セルと、

( b ) 上記電解セルに適切な電力を供給するための電力調整手段と、

( c ) 上記電解セルに水を供給するための貯水器と、

( d ) 上記電解セルが電気分解を実行できるように、上記電解セルへの電力の供給を制御すると共に、上記貯水器から上記電解セルへの水の供給を制御する電子制御装置と、

20

( e ) 内燃エンジンに電解セルを接続するためのガス通路と、

( f ) 上記燃焼促進ガスの上記エンジンへ流れを調整するために、上記電解セルと上記エンジン取り込み口との間に作動可能に接続されている流量調整装置と

を備えることを特徴とする内燃エンジンキット。

【請求項 53】

請求項 52 に記載の内燃エンジンキットにおいて、

上記流量調整装置は、上記取り込み口の圧力の動作範囲の上限近くに開放圧力が設定された排気弁であることを特徴とする内燃エンジンキット。

【請求項 54】

30

請求項 52 に記載の内燃エンジンキットにおいて、

正の電圧源、負の電圧源、油圧スイッチ、水入口およびガス出口のための外部接続を有することを特徴とする内燃エンジンキット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃焼エンジンの全般的な分野に関し、特に、燃焼エンジンにおいて燃焼を促進するための追加的な気体燃料を供給するための電解セルに関する。

【背景技術】

【0002】

40

現代のガソリンエンジンおよびディーゼルエンジンは、2,3年前の同様なエンジンよりも、効率的かつ汚染も少なくなっている。しかしながら、使用されている自動車の総数が増加しているので、大気汚染の水準は、いっそう効率的で清潔な運行を行う自動車を考慮にいれたとしても、上昇し続けている。それゆえに、放出がより少なく、かつ、それによって、従来の自動車技術が許すよりも汚染が少ない自動車を発展させることに対する、増加する圧力(要求)が存在する。これは、電気自動車および電気バン、天然ガスおよびプロパンを燃料とする自動車、水素セル自動車等の代替の燃料技術の発展を駆り立てる。いくつかのこれらの技術は、前途有望であるけれども、いくつかは、いまだに商業的な実現に長い道のりが存在し、他は、消費者が受け入れ可能な製品を生じることなしに、デザインの可能性の限界に到達したように思われる。それゆえに、従来のガスエンジンおよびデ

50

ィーゼルエンジンに再度焦点が当てられ、それらをいっそう汚染がなくて効率的にする方法に再度焦点が当てられている。

【0003】

燃料として水素ガスと酸素ガスを追加することは、内燃エンジンの効率を上昇させると共に、汚染をかなり軽減することは、良く知られている。両方の利点は、燃焼室における燃料のより完全な燃焼の結果として起こる、ガソリンの燃焼速度の9倍と同じ程度のより速い燃焼速度の副作用としてもたらされている。出力エネルギーが増大する、すなわち、燃料効率および馬力がより大きくなるにもかかわらず、すす(半焼けの炭化水素)、亜酸化窒素、一酸化炭素および他の汚染物質の量は、これに対応して低減される。

【0004】

燃料添加物として水素および酸素を導入する一つの方法は、タンクとエンジンとを接続するホースを有する自動車に、固定されているタンクに、ガスを貯蔵することである。しかしながら、これら揮発性のガスのタンクへの貯蔵は、常時、ガス漏れやガス爆発の危険性をはらむという理由で、永続的な安全上の問題を有する。それは、また、不便な、補充のためのサービスステーションへの規則的な運行を必要とする。更に、現行のサービスステーションネットワークは、これらのガスを供給するために、大きな費用の装備を組み込むことを必要とし、また、技術の受け入れを過度に遅らせる規格に対応するための広範囲な調整を必要とするだろう。タンク貯蔵に関するこれらの問題の結果として、様々な企てが、必要に応じてエンジンに使用される電気分解のような良く知られた技術を使用することによって、自動車自身の車中でガスを生成できるシステムを、発展させるべく行われる。

【0005】

そのようなシステムの例は、米国特許3,939,806に、ブラッドリーによって開示されている。しかしながら、このシステムは、それが電解セルに動力を供給するDC電流を生成する機構を備えるという理由で、非常に複雑である。これは、水やフレオンのような作業流体および付随の循環システム、タービンおよびDCジェネレーター、水素キャプテターおよび水素貯蔵タンク、および、作業流体、水、および、水素を移動させる複数のポンプを必要とする。そのような複雑なシステムを導入することは、コストがかさみ、現存するエンジンに統合するために非常に大きな努力を必要とし、たくさんの追加的な構成部品のおかげで、かなりのメンテナンスを必要としがちである。更に、ブラッドリーは、爆発、特に、水素タンクからの爆発、の危険性に対処しておらず、電解セルに供給される水が凍るだろう冷たい天気において、システムを稼動状態に維持するいかなる手段も提供していない。ストウによる米国特許5,231,954は、自動車の車中に、水素ガスおよび酸素ガスを生成するためのより単純な電解システムを提供することを試みている。その装置は、自動車のバッテリーから直接出力(電力)を受け、一つの電解室すなわち電解セルを有し、エンジンのポジティブ・クランクケース・ベンチレーション(PCV)システムに接続するガス出力ラインを有する。エンジンが運転されているとき、セルからのガスをエンジンに引き出すのに使用されるPCVラインに、真空が生成される。また、常時、大気を開かれている空気取り込み口調整弁が存在する。この弁は、放出制御に対応するために、空気と生成されたガスとの混合を調整する。操作者は、1.5 - 3.0 アンペアの読み値が得られるまで、セルの電解質濃縮液に水を加える。その後、水は、1000マイル毎に、セルに手動で加えられる。セルは、PCVラインが真空にさらされたとき、かたく固定する一方、エンジンおよびそれに起因する真空がきられたとき、ゆるめるようになっている摩擦固定キャップを有する。ゆるんだキャップは、エンジンが切られたとき、セル中に構築された高圧の軽減をおこなうために、上昇することが意図されている。

【0006】

ストウの装置は、バッテリーから直接出力(電力)を受け、電流水準は、電解質濃度を調整することによって設定される。結果は、高抵抗であると共に、過度の熱を生成する低電流セルを導き、このことは問題がある。熱の問題は、プラスチックが十分に熱を伝導しないという理由で、好ましい実施形態で使用されるプラスチック壁によって悪化させられ、また、冷却機構が開示されていないという理由で悪化させられる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 7 】

更に、提唱された装置は、取付および使用が簡単であるということが提唱された理由であるが、電解液の前もった混合および前もった充電は、特に、消費者の使用において、やっかいなものになる。他の複雑な特徴は、空気取り込み口弁が、放出制御機構による調整を必要とするということである。更に、この弁は、常時、大気に開放されているので、きかない空気をセルに取り込みがちであるということである。また、ストウは、この弁は、二重の目的を有し、セルの圧力が上昇したならば、安全開放弁として作用すると、述べている。しかしながら、放出要求をかなえるサイズの開き（小さい開きになりがち）が、更に、全く異なる理由である安全な開放として有効的に機能するかどうかということは、明白ではない。それゆえに、ストウの装置は、圧力の上昇が起こったとき、爆発の危険性を低減するのに十分安全な開放の特徴が欠如しているかもしれない。

## 【 0 0 0 8 】

更に、他の問題は、装置を動作させるのに必要な P C V 真空ラインは、ディーゼルに利用できず、ガソリンの内燃エンジンに利用可能であるということである。更に、水の補充は、約、運転の 1 0 0 0 マイル毎に必要であると見積もられている。そのことは、消費者の使用においては、適切であるかもしれないけれども、そのことは、数日おきにその距離を運転するかもしれない商業自動車の運転者にとっては、不便なことに、頻繁な補充を必要とすることになる。それゆえに、ストウの装置は、ほとんどの商業的な自動車、特に、高い割合の汚染を引き起こす大型ディーゼルトラック、の使用に適さないかもしれない。

## 【 0 0 0 9 】

他の電解装置は、米国特許 4, 2 7 1, 7 9 3 に、バルデスピノ (Valdespino) によって開示されている。この特許は、ほとんどのエンジンに関連するバッテリーは、意味のある量の水素ガスおよび酸素ガスを生成するのに十分な電流を供給せず、そのことに応じて、より大きなオルタネータか、または、第 2 のオルタネータが取り付けられることが必要であると述べている。しかしながら、この配置は、生成される熱の量を増大させ、この熱の量の増大は、立ち代って、自動車冷却システムに供給される別のウオーター・ジャケットの取付を必要とすることになる。これらの追加の構成部品は、コスト高を招き、従来のエンジンと装置の複雑な統合の原因となる。

## 【 0 0 1 0 】

生成熱の高い水準は、電解液の蒸発損の危険性を招く。この問題に対処するために、バルデスピノは、高いセル内部圧力を維持するための出力ガスラインに、弁を配置している。好ましい圧力範囲は、5 0 - 1 5 0 p s i (平方インチにおけるポンド)であり、特に、1 0 0 p s i である。しかしながら、そのような高い内部圧力の維持は、一般的に、爆発の危険性を増大し、電解溶液の日常的な再充填を、いっそう複雑で、かつ、危険性を伴う手続きにする。また、それは、セルの質量に加えて、セルの壁を他の方法よりも薄くすることを強いる。セルからのガスの出力は、蓄圧タンクを通過し、そこから真空下のエンジンの取り入れ口マニホールドに供給される。

## 【 0 0 1 1 】

この技術に関係するこれらのおよび他の現実的な問題が、解決されないかぎり、添加（追加）燃料として水素および酸素を使用することで可能となる効率の向上および汚染の削減の恩恵を、実現することはできないだろう。

## 【 発明の概要 】

## 【 0 0 1 2 】

必要とされることは、燃焼エンジンの添加燃料としての水素ガスおよび酸素ガスを生成するのに使用される電流装置に関連する問題に打ち勝つ電解セルおよび内燃エンジンキットである。

## 【 0 0 1 3 】

特に、装置は、それが接続される内燃エンジンの燃焼効率を向上させるのに十分な量の水素ガスおよび酸素ガスを生成するべきである。添加燃料としてのガスの有益性を実現するために、装置は、生成ガスをエンジンに効率的および一定に供給するべきである。好まし

くは、装置は、異なるタイプのエンジン、特に、大量に燃料を消費する商業トラックによって典型的に使用されるターボチャージャー付きのディーゼルエンジンと、共に働かなければならないだろう。それは、それが中断なしの継続的な運行を通じて、また、凍結する冬および暑い夏の気温を含む、自動車が遭遇することが予期されるかもしれないいかなる気象状況においても、ガスを供給することができるものであれば、有益であるだろう。

#### 【0014】

装置は、操作が簡単であるべきであり、最小限の操作者の注意とメンテナンスを必要とするべきである。好ましくは、装置は、水の再充填を時折だけ必要とするべきである。また、装置は、比較的単純で耐久性が良い構成部品から構成されると有益であり、その結果、故障がまれになり、サービスは、実行されることが容易になるだろう。更に、他の利点は、大規模なエンジンの修正を必要とすることなしに、装置を、自動車に容易に取付できる

10

#### 【0015】

どのようなガス装置においても、必ず、ガス循環システムに閉塞が生じる危険性が存在し、それは、圧力の上昇と爆発を引き起こす。この発明の装置は、高い可燃性の炭化水素燃料を含み、かつ、この装置と極めて近接する一人以上の人を含む自動車で用いられるので、ガス爆発は、深刻な害を引き起こし、他の高く所望される技術の採用することを困難にする。したがって、装置ができるだけこの危険性を最小限にすべく設定されるべきであるということは、重要である。装置は、それゆえに、好ましくは、ガス圧が危険な水準に構築される前に、ガス圧を低減する通風機構を有するべきである。更に、通風機構が機能しない、または、火花が導入されるといった起こりそうもない出来事が行ったとき、装置自身の構造が、続いて起こる爆発を封じ込めることができるならば、特に、有益であり、その結果、自動車の乗員に害が及ぶ危険性がかなり減じられることになる。

20

#### 【0016】

この発明の電解セルは、ガスを生成するための拡張ニッケルで構成された電極を使用しており、電解霧として設計された領域を有する。ファンおよびコンデンサは、ガスの温度を低減するのに役立ち、水蒸気を低減するのに役立つ。電気分解は、更に、セルに入力される電力を調整することによって促進される。この方法では、この発明の装置は、爆発を促進するガスの適切な供給を実現する。装置は、圧力下でガスをエンジンに供給し、それによって、ターボチャージャ・ブーストのおかげで、空気取り込み口圧力が高いときでさえ、一定の流れを保証する。必要とされるときにセルに自動的に補充する車中の分離型の給水施設のおかげで、ガスは、継続的に利用可能となる。装置は、極端な気象状況においても、ガスを生成させることを可能にする加熱機構と冷却機構の両方を有する。操作者に必要とされる唯一のメンテナンスは、時折、給水施設を再充填することである。商業的な運転環境のもとでさえ、近似的に3 - 4週間毎に一度再充填すれば、十分である。セルおよびキットは、頑丈で単純な構成部品から製造され、可動部や複雑な電子機器を有さず、この結果、故障はまれで、サービスは、最小限の費用ですむことになる。更に、装置は、容易に現存するエンジンに接続できる。電力は、自動車のバッテリーから受け、出力ガスホースは、単に、取り入れ口マニホールドの標準入力に固定される。装置は、圧力が標準的な可動水準を越えたならば、内部ガス圧を低減するオーバーラップする安全通風機構を有する。更に、装置は、圧力容器規格に基づいて製造されており、その結果、それは、爆発が起こるというまれな出来事において、実際の害を抑制し、実際の害が引き起こされる可能性を低くする。

30

40

#### 【0017】

したがって、内燃エンジンでの燃焼を促進する一つまたはそれより多いガスを生成するシステムであって、

上記エンジンは、取り入れ口を有し、

圧力下で一つまたはそれより多い燃焼促進ガスを生成するための電解セルと、

上記電解セルと上記内燃エンジンを接続するためのガス通路と、

上記電解セルと上記エンジンの取り込み口との間に作動可能な状態で（機能的に）接続さ

50

れていて、上記燃焼促進ガスの上記エンジンへの流れを調整する流量調整装置とを備えるシステムが提供される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

この発明は、内燃エンジンの燃料添加剤として作用するガスを生成して供給する電解セルと関連するキットを備えるシステムのためのものである。電気分解は、良く知られた過程であり、それによって電流が水をベースとした溶液中を流れることになる。電流は、水分子を分解して、エンジンの方に方向づけられることができる水素ガスと酸素ガスを放つ。これらのガスは、空気取り入れ口からエンジンに注入され、エンジンで使用される炭化水素燃料の燃焼をたすける。

10

【0019】

この発明は、特に、内燃エンジンによって動力を供給される自動車に、適用できることがわかる。この発明は、プロパン、メタンまたは天然ガスのような稀な燃料によって動力を供給されるかもしれないフォークリフトやトラクターのような特別な自動車のみならず、ディーゼルエンジンとターボチャージャーを使用する商業トラック、ガソリンエンジンを有する普通の乗用車を含む様々な自動車および燃料に使用されても良い。ここに記述される好適な実施形態は、長距離にわたって商品を搬送するのに一般的に使用されるターボチャージャー付きのディーゼルエンジンで動力が供給される商業用のトレーラトラックのような大型自動車の特別な必要性に対処するべく構成されている。この発明の原理が、この発明の精神をたがえることなしに、他のタイプの自動車や内燃エンジンに適用されるかもしれないということとは、当該技術に精通している人には理解されるだろう。

20

【0020】

この発明の機械や装置の大まかな概観を、図6に示す。機械は、概して参照番号10で指し示され、大雑把に、電解セルすなわちセル12と、交換式貯水器すなわち貯水器14と、コンデンサ15と、電子制御装置すなわち電気ボックス16とを備え、全てはケース18の内部に取り付けられている。ケース18は、様々な構成部品にアクセスすることを可能にするために開くドア17を有している。貯水器14は、容易なアクセスを可能とするために、ケース18最高部を貫通して延びる水投入パイプ19を有する。ケース18の外側底部表面上の電解セル12の下側に配置されたファン20が存在する。電気ボックス16は、オン/オフスイッチ21、バイパススイッチ23、システム作動発光ダイオード(LE D)25および水不足発光ダイオード27を有する。好ましい実施形態では、二つの発光ダイオード(LE D)は、各々グリーンとレッドに着色されている。しかしながら、他の色が使用されるかもしれないことは、理解されることができる。

30

【0021】

ケース18は、金属の薄板から構成されることが好ましい。しかしながら、軽くて強くて、好ましくは、安価な如何なる材質を適用しても良いことということは、理解されることができる。大型のトレーラトラックや同様な自動車に対しては、この発明は、約12インチの幅、約24インチの高さおよび12インチの深さを有するケース18に収容されているかもしれないことが理解される。このサイズのケースは、都合が良いことには、燃料タンクの傍らのような、自動車の外側に取り付けられるかもしれない。このタイプの自動車では、ケース18は、十分に頑丈であるべきであり、要素の適正な保護を提供するためにしっかりと密封されているべきである。乗用車や軽量トラックのような小型自動車に適用されたとき、この発明は、小さな寸法を有すると共に、トランク内やエンジン室のような自動車の内側の何処かに取り付けられるかもしれないケース18に収容されるかもしれないことは、同様に理解されることができる。

40

【0022】

図7は、ケース18から外へ抜け出るおよびケース18の中に入り込む外部接続を示す図である。自動車のバッテリー(図示せず)のプラスの端子とマイナスの端子の夫々と電氣的に直接接続されているプラスのリード22とマイナスのリーソ24が存在する。同様に、油圧リード26は、内燃エンジンの標準機能として提供されている油圧スイッチに直接

50

接続されている。ソレノイドリード 28 は、外部ソレノイド 30 を作動させる電気的な出力ラインであり、ケース 18 の外側に取り付けられている。様々な電気的な入力 22, 24 および 26、および、電気的な出力 28 は、ケース 18 の内側の電気ボックス 16 に接続されている。装置 10 の他の外部接続は、水注入パイプ 19、および、セル 12 を外部ソレノイド 30 に接続しているガス導管すなわちガス出力ホース 31 を含んでいる。他のガス導管すなわちガス出力ホース 32 は、更に、エンジンと外部ソレノイド 30 とを接続している。ガス出力ホース 31 および 32 は一緒になって、セル 12 から内燃エンジンまで燃焼促進ガスを運ぶガス導管を構成している。更なるガス出力ホース 35 は、外部ソレノイド 30 を大気に通風している。

#### 【0023】

図 4 は、内燃エンジン 13 を有するトレーラトラック型の自動車 11 の外側に取り付けられたこの発明 10 を示している。外部ソレノイド 30 が自動車 11 のフレームに都合良く取り付けられていることを見ることができる。エンジン 13 は、燃焼過程で使用される空気を受ける取入れ口すなわち空気取り入れマニホールドを有している。ガス出力ホース 32 は、補助ホースを受けるために前もって成形されている入力用の標準プラグで、都合良くエンジン 13 の空気取り入れマニホールドに取り付けられるかもしれない。

#### 【0024】

今、電解セルおよびこの発明のキットを、いかに容易に自動車に設置できるかを理解することができる。要求されていることの全ては、ケース 18 を取り付けることであり、自動車の固有の型やサイズに対して適切に、自動車の内側または外側の便利な箇所に、外部ソレノイド 30 を取り付けることである。ホースは、ケース 18 から外部ソレノイド 30 まで走り、更に、外部ソレノイド 30 から自動車のエンジン 13 の取り入れ口まで走っている。電気ワイヤは、バッテリーおよび油圧スイッチから装置まで走っており、外部ソレノイド 30 から外側に走っている。要求される自動車エンジンの修正は存在しない。幾つかの従来技術とは対照的に、追加の出力源や冷却システムが要求されることはない。

#### 【0025】

図 1 は、発明 10 の前部（フロント）断面図であり、主要な構成部品を示し、特に、システム内側の水とガスの相対位置を示す図である。貯水器 14 が、低部に水 33 を有し、水 34 の上の上部にガス 34 を有することが見られるかもしれない。同様に、セル 12 が、溶液すなわち電解溶液 36 を低部に有し、電解溶液 36 の上の上部にガス 34 を有している。ミネラルの存在は、電解過程を妨害するかもしれないので、水 33 は、好ましくは蒸留されている。ガス 34 は、電解によって放出されるどれか一つ、または、それより多い燃焼促進ガスを表現し、好ましい実施形態では、水素ガスと酸素ガスの混合を表現しており、分離したガス分子のみならず、水素酸素結合ペア（hydrogen-oxygen bond pairs）を含むかもしれない。

#### 【0026】

装置 10 の底部には、貯水器 14 およびセル 12 を支持する土台を形成する下側ブロック 38 がある。下部ブロック 38 は、好ましくは、断熱性を有すると共に、水 33、ガス 34 および電解溶液 36 の伝送によって傷が付かない硬いブロック状の材質から構成されている。材質は、強くて耐久性があるべきであるが、それはまた、好ましくは、表面に沿ってエッチング加工が可能であるべきであり、内面を貫いて穴を空けられるか、またはくり抜かれることが可能であるべきである。この方法では、表面エッチングは、隣接する構成部品との適合をスムーズにするようになされ、内部経路は、液体またはガスの循環を可能にするべく形成されることができよう。極端に高い分子量のポリエチレンが、好ましい材質であるということが見出されるだろう。このタイプのポリエチレンは、液体あるいはガスを吸収しなくて、密度が高く強固で、-40 のような極端に冷たい温度でさえクラッキング（亀裂）に持ちこたえることができる。同様な性質を有する他の材質は、それらが適切な結果を供給するのであれば、また使用されるかもしれないということは理解されることができる。貯水器 14 およびセル 12 を支持するための、図 1 における下部ブロック 38 は、都合良く、その上部表面の中にエッチングで形成された二つの円形溝を有し

10

20

30

40

50

、上記上部表面は、貯水器 14 とセル 12 の底部端面ぴったり適合するように形成され、上記二つの円形溝の両方は、形状が円筒型であり、円の下端を有している。また、下部ブロック 38 は、三つの内部通路を有していることが示されている。貯水器 14 を外部バルブすなわち栓 44 を通りすぎて外部コック 42 に接続する通路 40 がある。貯水器 14 に溜められている水 33 は、自然に通路 40 を満たし、栓 44 が閉じられているとき、栓 44 で止められている。栓 44 が開かれているとき、貯水器 14 からの水 33 は、コック 42 を通じてユニットから流出するだろう。セル 12 をプラグ 48 に接続している同様な通路 46 がある。ユニットの点検をスムーズに行うために、プラグ 48 を取り除くことによって、電解溶液 36 は、都合良くセル 12 から流出するかもしれない。

【0027】

注入口すなわち水路 50 は、逆止弁 52 を通じて貯水器 14 の底をセル 12 の底まで接続している。逆止弁 52 は、一般的に、一方向に流体を通過させ、逆方向の流れを阻止するための止めとして作用する調水部品として使用される。この場合では、逆止弁 52 は、貯水器 14 からセル 12 への水を通過させ、セル 12 から貯水器 14 への電解溶液 36 の逆の流れを阻止するように設定されている。また、逆止弁は、予め設定された圧力レートを有し、弁の向こう側の圧力が上記レート値を上回ったときだけ、流体が前方向に流れることができるようになっている。下記に詳述するだろうように、逆止弁 52 は、好ましくは、6 l b s (ポンド) に設定されている。それゆえに、貯水器 14 における水 33 およびガス 34 の圧力が、セル 12 における電解溶液 36 およびガス 34 の圧力よりも 6 ポンドより大きく上回ったとき、水 33 は、貯水器 14 からセル 12 に流れるだろう。

【0028】

下部ブロック 38 または同様な装置が、セル 12 および貯水器 14 を固定する機能を果たし、更に、水 33 と電解溶液 36 の要求される流れを提供するのであれば、異なるパターンのエッチングまたは内部通路の配置が、また、容認されるかもしれないということは理解されることができる。

【0029】

この発明の好ましい実施形態では、貯水器 14 は、約 14 1/2" 高さ、4 1/8" 直径のスレンス鋼シリンダーであり、約 3.25 リッターの収容能力を有している。貯水器 14 は、強く熱伝導性の材質から構成されることが好ましい。それに対応するような、それらの性質を有するステンレス鋼以外の他の材質が、また使用されるかもしれない。寸法、形状、貯水器 14 の収容能力は、この発明の異なる配置に適切に適合するように、変化させられるかもしれないということは、理解されることができるだろう。特に、体積すなわち貯水器 14 の収容能力の増大や減少は、夫々、操作者が貯水器 14 のつめかえに着手する間に、装置 10 が操作されるかもしれない時間的な期間を増大または減少させるだろう。

【0030】

貯水器 14 は、上部ブロック 54 によって上端が制限されており、上部ブロック 54 は、以前に記載された下部ブロック 38 と同じ材質から成ると共に、以前に記載された下部ブロック 38 と同じ性質を有する。それに応じて、上部ブロック 54 は、貯水器 14 の円形の上部端面とぴったり適合するように形成されている底部表面に、エッチングによって形成された円形溝を有するかもしれない。上部ブロック 54 は、三つの内部通路を有することが示されている。貯水器 14 を水注入パイプ 19 と接続する通路 56 が存在している。水注入パイプ 19 の先端に適合されている取り外し可能なキャップ 29 は、ガス 34 が大気中に放出されないようにしている。キャップ 29 は、好ましくは、ゴムのシールを有するステンレス鋼から形成されており、貯水器 14 に再補給するべく水注入パイプ 19 を通じて水を注ぐために取り除かれるかもしれない。異物の混入を防止するために、ロック機構 (図示せず) が、好ましくは、キャップ 29 に取り付けられているべきであり、さもなければ、水注入パイプ 19 の開いた先端にはめ込まれているべきである。

【0031】

通路 58 は、上部ブロック 54 の側壁に固定されている大気放出板 60 へのガス 34 の移

10

20

30

40

50

動を可能にする。大気放出板 60 は、ガス 34 の圧力に敏感に反応する機械要素であり、ガスの圧力 34 が事前に設定された値すなわち事前に決定された安全な放出圧力を越えて上昇したとき、物理的に大気放出する、すなわち、壊れるように構成されている。大気放出を行っている際、ガス 34 は、貯水器 14 の領域から大気放出板 60 の開いた部分を介して大気中に放出され、その結果、貯水器 14 の内側の圧力は急速に大気圧まで減少するだろう。この発明の好ましい実施形態では、大気放出板 60 は、60 l b s (ポンド)の事前に設定された安全な開放圧力で、大気放出するように選定されている。リードスイッチ (図示せず) が、好ましくは、大気放出板 60 に固定されている。大気放出板 60 が大気放出したとき、リードスイッチが起動して電気ボックス 16 に信号を送り、それによってユニットが圧抜きされていることをシステムに警告するようになっている。上部ブロック 54 における他の通路 61 は、図 1 にドット輪郭で示されるマニホールド 64 に接続しているホース 62 にガス 34 を接続させている。

10

#### 【0032】

貯水器 14 の内側には、先端が上部ブロック 54 の底部表面に取り付けられている流体面検出器 66 が存在している。流体面検出器 66 は、シャフト 68、止め 70 および浮き 72 を有し、上記浮き 72 は、シャフト 68 にそって摺動するようになっている。また、ドット線 74 で表現されている最大充填水準の位置におけるシャフト 68 の内側に配置されるリードスイッチ (図示せず) が存在する。水が水注入パイプ 19 に注がれたとき、水 33 の水準は止め 70 の上に上昇し、浮き 72 を止め 70 の静止位置から上昇させるだろう。浮き 72 が更に最大充填水準 74 に上昇したとき、浮き 72 はリードスイッチとかみ合い、プサー (図示せず) を作動させて貯水器 14 に水を供給することを停止させることを操作者に警告する信号が送られる。最大充填水準 74 は、意図的に、上部ブロック 54 の下方に幾分距離が存在するように設定されており、その結果、水が凍って氷になったとしても、それはユニットが凍る温度で長時間オフにされっぱなしにされたならば生じるだろうけど、水を収容する余地があるようになっている。好ましい実施形態では、この距離は、先端から略 1.5 インチである。最大充填水準 74 になったとき貯水器 74 に補水することを停止することを操作者に警告するべく機能するのであれば、流体面検出器以外の他の手段が、使用されても良いということは理解されることができる。

20

#### 【0033】

次に、電解セル 12 のことを考えると、セル 12 の上部には、分離ブロック 76、コンデンサ 15 および上部ブロック 78 が存在する。全長で、セル 12 の土台からコンデンサ 15 の先端までの高さは、約  $14 \frac{1}{2}$  ' ' であり、近似的に貯水器 14 と同じ高さである。セル 12 およびコンデンサ 15 は、両方とも、約  $4 \frac{1}{4}$  ' ' の直径を有するシリンダーであり、近似的に、貯水器 14 の直径と同じ直径を有するシリンダーである。セル 12 の単独の高さは、好ましくは、8 インチから 12 インチの間であり、好ましい実施形態では 10 インチである。これらの寸法が、この発明の異なる構成に適切に対応させるために、変化させられるかもしれないということは、理解されることができるだろう。

30

#### 【0034】

電解セル 12 は、電解過程の手段となる二つの電極、すなわち、カソード電極すなわちカソード 80 と、アノード電極すなわちアノード 82 とを有する。また、テンショナ 84 が示されている。以下に更に詳細に示されるように、テンショナ 84 は、カソード 80 の二つの部分の間の電気接続を維持するために使用されている。

40

#### 【0035】

セル 12 の内部には、セル 12 内の電解溶液 36 の水準を検出する浮きセンサすなわち流体面検出器 88 が存在している。この要素は、分離ブロック 76 の底部表面に先端を接続するようにして定位置に固定されている。流体面検出器 88 は、三つの浮き、すなわち、トップすなわち安全浮き 90 と、中間すなわち充填浮き 92 と、再充填すなわち低位浮き 94 とを備えている。安全浮き 90 と充填浮き 92 の間には、止め 96 が存在し、充填浮き 92 と低位浮き 94 との間には、止め 98 が存在し、流体面検出器 88 のシャフトの底には、止め 99 が存在している。各浮きは、近接する高位の止めと近接する低位の止めに

50

よって定義される流体面検出器 88 のシャフトの部分に沿って摺動する。流体面検出器 88 のシャフトに埋め込まれた四つのリードスイッチ（図示せず）が存在する。第 1 のリードスイッチは、所定の高位地点であるシャフトの先端近傍に配置されており、安全浮き 90 によって作動させられるようになっており、第 2 のリードスイッチは、所定の充填地点である止め 96 の下に配置されており、充填浮き 92 によって作動されるようになっており、第 3 のリードスイッチは、所定の再充填地点である止め 98 の下に配置されており、第 4 のリードスイッチは、所定の低位地点である止め 99 の近傍に配置されている。上記第 3 のリードスイッチおよび第 4 のリードスイッチの両方は、再充填すなわち低位浮き 94 で動作されるようになっており、セル 12 の本体すなわちシリンダーは、主に、電解溶液 36 を収容すると共に、その上にガス 34 が存在する内部空間を画定している。液体溶液すなわち電解溶液 36 は、好ましくは蒸留水中に水酸化カリウム（ $\text{KOH}$ ）を混合した液体である。好ましい濃度は、体積で  $\text{KOH}$  が 33% である。しかしながら、適切な結果を生み出すのであれば、他の濃度が受け入れられるかもしれないということが、理解されることができる。電解溶液 36 は、いかなる消泡剤も含まないことが好ましい。というのも、この物質は、電極間を移動し、電気分解を妨げるからである。

10

#### 【0036】

電解溶液 36 が一度混合されたならば、水成分は規則的に補充され、 $\text{KOH}$  は、一般的に、通常使用であれば、約 3 年後に補充を必要とする。電解溶液 36 は、この発明のキットと一緒に、最初に供給されることが好ましく、その後、 $\text{KOH}$  成分は、資格を有するサービス要員によってのみ補充されることが好ましい。 $\text{KOH}$  へのアクセスは、資格を有するサービス要員に制限されることが好ましい。というのも、 $\text{KOH}$  は腐食性材料であり、その使用に精通していない人が取り扱いを誤れば、思いがけない害が引き起こる可能性があり、 $\text{KOH}$  の正確な割り当ては、効率的な電気分解を得るのに重要であるからである。詳細に議論されるように、電解溶液 36 の水成分は、貯水器 14 から規則的および自動的に補充される。

20

#### 【0037】

図 3 は、カソード 80 とアノード 82 を詳細に示している。この図から、カソード 80 は、二つの部分、すなわち、外部ケーシング 100 および内側網 102 を備えることが見られることができる。図から見られるように、外部ケーシング 100、内側網 102 およびアノード 82 は、全て円筒形状に成形されており、同じまたは近似的に同じ高さを有し、近似的に同じ幅になっている。各電極の高さは、約 10 インチである。外部ケーシング 100 は、直径が約  $4 \frac{1}{4}$  であり、内側網 102 およびアノード 82 は、外部ケーシング 100 内に適合するように、各々次第に僅かに直径が小さくなっている。アノード 82 は、図 3 にドットラインで示すスペーサ 104 によって、カソード 80 から、もっと詳細には、内側網 102 から、物理的に離されて配置され、電氣的に遮断される。好ましい実施形態では、スペーサ 104 は、二つのリングを備え、この二つのリングは、アノード 82 を取り囲み、各々は近似的に  $1 \frac{1}{16}$  インチの厚みになっている。スペーサ 104 は、アノード 82 とカソード 80 とを、安全に離れた状態で、しかしながら、電気分解が生産的に続行されるのを許すのに十分な程度の近さに維持している。スペーサ 104 の好ましい材質は、プラスチックである。というのも、プラスチックは、電氣的な絶縁性を有し、耐久性があり、 $\text{KOH}$  による劣化に対して抵抗力があるからである。しかしながら、同様な特性を有する他の材質が、また容認されることができるだろうということは、理解されることができる。なお、スペーサ 104 は、カソード 80 とアノード 82 との安全な隔離を維持する機能を実現できるのであれば、異なった数のリングを使用することによって形成されるかもしれない、または、リングと異なる構造を有するかもしれない。

30

40

#### 【0038】

それらの同じような直径のおかげで、内側網 102 の外側シリンダー表面は、その表面の全てにおいて、必然的に外部ケーシング 100 の内側シリンダー表面と接触し、実質的に一つの有形のユニットとしてのカソード 80 を形成している。更に、電氣的な接触を保証するために、テンショナ 84 は、スペーサ 104 の一つのちょうど背後のアノード 82 の

50

内側に配置されている。その位置では、テンシヨナ 8 4 は、アノード 8 2 とスペーサ 1 0 4 に対して外へ向かう圧力を及ぼし、その結果、スペーサ 1 0 4 が、二つの接触点 1 0 5 で内側網 1 0 2 を外部ケーシング 1 0 0 にしっかり押圧する原因になっている。テンシヨナ 8 4 は、好ましくは、両端にナイロンのブッシング (bushings) を有するねじが切られたニッケルロッドである。ブッシングは、外に向かう所望の圧力を維持するのに適切な位置に到達するために、ロッドにしたがってねじが切られているかもしれない。カソード 8 0 およびアノード 8 2 の両方は、導体であるべきであり、金属のような導電体から作られているべきである。というのも、これらの要素の電気伝導は、電解過程を達成するのに必要であるからである。カソード 8 0 は、二つの部分を備えているので、内側網 1 0 2 が伝導体であり外部ケーシングが伝導体でない実施形態が、また容認されるかもしれない。好ましくは、電極は、ニッケル、白金、パラジウム、ロジウムまたはチタンのような貴金属の純形式から形成される。貴金属は、KOH と反応しないという利点を有し、電子をかすことによって電気分解を促進するべく便宜を図り、電解溶液 3 6 中の電流を増強する。貴金属でない金属を有する混合物よりも純粋な貴金属が、望ましい。というのも、貴金属でない金属は、KOH と反応して電極をメッキまたは腐食するかもしれないからである。この発明の好ましい実施形態では、「ニッケル 2 0 0」のような純度水準を有するニッケルが、適切な結果を供給することがわかる。ニッケルの利点は、それがたくさんの反射エッジ (reflective edge) を有する立方面中心分子構造 (cubic-faced center molecular structure) を所有しているということである。電気分解から生成されるガスが、電極上のエッジ (edge) の数に比例して増強されることは良く知られている。ニッケルの他の利点は、生得的に強いということであり、その結果、カソードおよびアノードを堅くて耐久性を有するようにすることができるということであり、また、それは、他の貴金属の幾つかと比較してコストが低いということである。他の貴金属または容認できる量の水素を生成する他の金属が、また適切であるだろうということとは、理解されることができる。

10

20

30

40

50

#### 【0039】

好ましい実施形態では、外部ケーシング 1 0 0 は、スケジュール (schedule) 1 0 の均一なニッケルパイプから構成される。それに対して、すくなくとも一つ、好ましくは、内側網 1 0 2 およびアノード 8 2 の両方は、拡張金網、好ましくはニッケルの拡張金網から構成される。拡張金網は、表面上にスリットのカットを有し、対辺から引き伸ばされると、金属が薄くなり、穴 1 0 3 の規則的なパターンが、表面に沿って発生する。拡張金網の片の対辺は、そのとき、シリンダーを形成するために、接合される、または、端に沿って折り重ねられる。図 3 に示されているように、穴 1 0 3 は、ダイヤモンド形状になる傾向があり、多数の付加的なエッジを生成する傾向がある。拡張金網の引き伸ばされた、または、広げられた程度は、全体の表面積に対する隙間の表面積 (オープン表面積) のパーセンテージとして表現されている。それゆえに、50% 拡張と設定された金属は、表面の 50% に隙間すなわち穴を有し、表面の他方の 50% に金属を有する。拡張の高い程度は、ふつう、望ましいいっそう多くのエッジを生成するという見返りがある一方、より薄い金属という結果をもたらし、より弱くなり、より多くの熱を生成する。好ましい実施形態では、最大 50% の拡張ニッケルが、適切な結果を作り出すということがわかる。しかしながら、より新しい冶金の手法が発展するにつれて、適切な結果は、50% より大きな拡張ニッケルまたは他の金属から得られるかもしれないということとは、理解されることができる。

#### 【0040】

カソード 8 0 を二つの部分に設計する利点は、今、理解されることができる。外部ケーシング 1 0 0 は、セル 1 2 のケースを構成する。これは、有益であるために、継ぎ目のない堅いパイプであり、電解溶液 3 6 がセル 1 2 から漏れないように維持し、外側の不純物がセル 1 2 の領域に流れ込むことを防止する。一方、内側網 1 0 2 は、カソード 8 0 の内側表面を構成し、拡張金網でそれを構成することによって、多数のエッジを有するという電気分解における利点を提供する。言及したように、アノード 8 2 もまた、好ましくは、拡張金網から構成される。この発明の電解セル 1 2 が、立方面中心分子構造を有するニッケル

ルのような貴金属の使用と共に、拡張金網からなる両電極の構成のおかげで、多数のエッジを有するということは、それゆえに理解されることができる。

#### 【0041】

カソード80の位置およびアノード82の位置は、逆にされることができ、アノード82を、外部ケーシング100と内側網102とを有する外側電極にすると共に、カソード80を内側電極にすることができ、セル12の効率に如何なる影響も及ぼさないようにすることができるということとは、また、理解されることができる。実際的な言い方をするならば、これは、単に、電極端子への電気入力をスイッチすることによって達成されることができる。同様に、接近して配置された二つのシリンダー以外の異なる電極構造は、また、それらが適切な結果をもたらすのであれば、使用されることができる。

10

#### 【0042】

図1に戻ると、カソード80とアノード82は、セル12の最大の高さまで広げられ、上記セル12の最大の高さは、好ましい実施形態では、10インチであるということが、見られることができる。電極は、望まれるならば、セル12の最大の高さよりも小さく作られるかもしれないということとは、理解されることができる。電解溶液36は、電極の高さよりも低い水準でセル12の低部を満たし、ガス34は、上部すなわち電解溶液36の上の空間を占める。ガス34によって占められる電解溶液36の上のセル12の部分は、電解霧106のためのガス空間として設計されている。好ましい実施形態では、電解溶液36の水準は、約8インチであり、ガス空間106は、それゆえに約2インチの高さである。見られるだろうように、セル12の動作中、これらの水準は、電解溶液36の水準が低下するにつれて、夫々約6インチおよび4インチに変動するかもしれず、そのとき、水33が補充される。一般的には、電解溶液36の上に、1/2インチから3インチの間、好ましくは少なくとも1インチの、更に好ましくは、2インチの、最小ガス空間が、存在することが望ましいと考えられている。

20

#### 【0043】

このガス空間106は、自動車が勾配を上がっているとき、または、自動車がこぶの上を通過するとき、以下に語論するように、「高水位アラーム」を作動させない電解溶液36がはねる空間または隙間を提供している。カソード80およびアノード82がガス空間106を形成すべく、電解溶液36の上に広がるようにセル12を設計することが、適切な結果を提供するということを、また、見い出すことができる。この発明のガス空間または電解霧106は、一般的に電極が完全に液体溶液中に潜水することが維持される従来技術の多くと全く異なっている。

30

#### 【0044】

流体面検出器88の浮きおよびリードスイッチは、セル12における電解溶液36の水準の情報を提供する。電解溶液36がセル12を満たすにつれて、低位浮き94が止め98によって止められるまで上昇し、充填浮き92は、止め96によって止められるまで上昇する。それが上昇するにつれて、充填浮き92は、第2のリードスイッチを稼動し、セル12に水を充填することを停止すべくシステムに警告する。これは、セル12の最大位置であり、図1に表現されている状態であり、ここで、低位浮き94および充填浮き92は、移動範囲の最高位であることが見られるかもしれず、安全浮き90は、止め96上に静止する範囲の底であることが、見られるかもしれない。この最大位置では、ガス空間106は、約2インチの高さであり、電解溶液36は、それゆえに、約8インチの高さである。

40

#### 【0045】

水がセル12に充填され続けるならば、安全浮き90が上昇するだろう。安全浮き90が第1のリードスイッチを稼動する地点まで上昇すれば、「高水位」アラームまたは信号が、電気ボックス16に送られ、ユニットがシャットダウンすることになるだろう。安全対策は、上昇しつづけてエンジン13に入り込む可能性がある電解溶液36の水準の危険性を非常に小さなものにするべく提供されている。ここで、KOHは、エンジン13に害を及ぼすことを証明することができるだろう。

50

## 【 0 0 4 6 】

自動車 1 1 が勾配を上るまたは自動車 1 1 がこぶを通過するとき、結果としておこる電解溶液 3 6 のはねは、安全浮き 9 0 を上昇させる原因になるかもしれないということは、また理解されるだろう。「高水位」アラームを作動させるこの種の現象は望まれないので、流体水準検出器 8 8 は、好ましくは、セル 1 2 の上部表面の中心に固定される。この配置は、間違ったアラームを避けるのに役立つかもしれない。というのも、自動車が勾配を上っているとき、流体水準の上昇は、中心よりもむしろセル 1 2 の周辺の方でいっそう観測されがちであるからである。

## 【 0 0 4 7 】

セル 1 2 が稼働され続けるにつれて、電解溶液の水準は低下し、充填浮き 9 2 が、止め 9 8 に静止するまで低下する原因となり、続いて、低位浮き 9 4 が低下し、最終的には、第 3 のリードスイッチを作動する。この出来事によって、信号は、再充填を呼び出す信号が送られるだろう。非常に詳しく議論されるだろうように、再充填は、充填浮き 9 2 が第 2 のリードスイッチを作動するべく上昇するまでに、入口すなわち水路 5 0 を通じてセル 1 2 に入る貯水器 1 4 からの水 3 3 に関係する。再充填が起こらない場合には、電解溶液 3 6 の水準は、ユニットをシャットダウンする低水位信号を作動させる第 4 のリードスイッチが低位浮き 9 4 によって作動させられるまで、低下し続けるだろう。この出来事は、また、電気ボックス 1 6 上の赤い「低水位」LED 2 7 を点灯させ、自動車運転者に、ユニット 1 0 が「低水位」状態によって稼働を停止しているということを視覚的に指し示す。ユニットは、到達したこの状態下ではシャットダウンされる。というのも、非常に低い水準では、電解溶液 3 6 中の KOH の濃縮が、非常に偏って高くなっているからであり、非常に偏って高いということは、容認できない量の熱の生成を導くからである。下記に記述するように、この状態では、ユニットは、操作者に、手動によって再充填されることによってオンライン状態に戻されるかもしれない。

## 【 0 0 4 8 】

流体面検出器 8 8 が、電解溶液 3 6 の水準を安全で効率的な作業範囲に維持するために必要な情報の帰還（これには水準が非常に高いかまたは低いときにシステムをシャットダウンすることが含まれるが）を供給することは、理解されることができる。

## 【 0 0 4 9 】

分離ブロック 7 6 は、セル 1 2 の先端に適合し、好ましくは、前に議論された低部ブロック 3 8 と同様なポリエチレン製のブロックである。したがって、好ましくは、円形溝が、分離ブロックの上部または低部表面に、コンデンサ 1 5 とセル 1 2 の各々のシリンダーの先端とのびったりとした適合を形成するために、エッチングで形成される。分離ブロック 7 6 は、セル 1 2 で生成されたガス 3 4 を受ける出口として作用する内部通路 1 0 8 を有し、これはガス 3 4 が電解霧 1 0 6 からコンデンサ 1 5 に至るまで上昇するのを可能にする。通路 1 0 8 は、ガス 3 4 が不当な制限をうけることなしに流れるのに十分な幅の広さとなっており、また、分離ブロック 7 6 がセル 1 2 とコンデンサ 1 5 の間の断熱材として機能するのに十分な狭さとなっている。好ましい実施形態では、適切な結果は、約 1 / 2 インチの直径を有する通路 1 0 8 によって達成される。

## 【 0 0 5 0 】

コンデンサ 1 5 は、高さが約 3 1/2 インチで、直径が 4 インチである継ぎ目のないステンレス鋼シリンダーである。分離ブロック 7 6 によって提供される物理的な分離によって、コンデンサ 1 5 は、その領域内のガス 3 4 を熱的に孤立させ、それをセル 1 2 内の電解霧 1 0 6 中のガス 3 4 よりも近似的に 1 0 冷たく維持する。温度差の効果は、ガス 3 4 によって運ばれる水蒸気の多くを凝縮し、コンデンサ 1 5 の内部壁上に水滴を形成する。これらの水滴は、セル 1 2 の電解溶液 3 6 中に、通路 1 0 8 を通じて戻るべく、ぼたぼた落ちる傾向があるだろう。また、異なる材質が、それはステンレス鋼のように水蒸気を凝縮し、好ましくは熱伝導体であるが、コンデンサ 1 5 を構成するのに使用されるかもしれないということは、理解されることができる。

## 【 0 0 5 1 】

セル 1 2 の先端には、上部ブロック 7 8 があり、この上部ブロック 7 8 は、前に議論されたものと同様な他のポリエチレンブロックである。以前のように、上部ブロック 7 8 の下側表面は、好ましくは、エッチングされており、コンデンサ 1 5 のシリンダーの上端と適合する円形溝を有している。上部ブロック 7 8 は、圧力スイッチ 1 1 2 に導く通路 1 1 0 を有し、この通路 1 1 0 は、好ましい実施形態では、所定の 3 5 1 b s の安全な開放圧力で、作動する圧力センサセットである。ねじか切られた堅いニッケルロッドの形式のアノード端子 1 1 4 が存在する。図 1 に見られるように、アノード端子 1 1 4 は、上部ブロック 7 8 の先端の上からコンデンサ 1 5 および分離ブロック 7 6 を介して降下してアノード 8 2 まで延びており、アノード 8 2 と接触している。更に、上部ブロック 7 8 には、ガス 3 4 をマニホールド 6 4 の方に運ぶホース 1 1 8 と接続されている通路 1 1 6 がある。また、ガス 3 4 をホース 1 2 2 および流量調整弁 1 2 4 を通じてマニホールド 6 4 に運ぶ通路 1 2 0 が存在する。流量調整弁 1 2 4 は、セル 1 2 とエンジン 1 3 の取り入れ口との間を作動可能な状態で（機能的に）接続し、セル 1 2 からエンジン 1 3 へのガス 3 4 の流れをエンジン 1 3 の空気取り入れ口の圧力に応じて調整する。好ましい実施形態では、流量調整弁は、排気弁であり、2 0 1 b s の圧力に設定された逆止弁の形式となっている。図 1 に示されるように、逆止弁 1 2 4 は、好ましくは、ホース 1 2 2 の差込口におけるマニホールドよりも外側に固定されている。

10

#### 【0052】

好ましい実施形態では、逆止弁 1 2 4 は、ガス 3 4 が開放圧力すなわち 2 0 1 b s に到達してまさにこの圧力を上回る際に、ガス 3 4 をエンジン 1 3 に放つように設定されている。議論されるだろうように、この圧力は、エンジン 1 3 の空気取り入れ口における圧力の動作範囲の上限に関係する。また、排気弁と異なるタイプの流量調整弁が、それらがエンジン 1 3 へのガスの流れを適切に調整できさえすれば、使用されるかもしれないということは、理解されることができる。

20

#### 【0053】

次にマニホールド 6 4 のことを考えると、内部通路 1 2 6 が、マニホールド 6 4 を介してガス 3 4 の循環機能を提供することが示されている。内部通路 1 2 6 は、貯水器 1 4 からのホース 6 2、セル 1 2 からのホース 1 1 8、逆止弁 1 2 4 を介するセル 1 2 からのホース 1 2 2 および外部ソレノイド 3 0 通ずるガス出力ホース 3 1 と接続している。内部通路 1 2 6 が、セル 1 2 からのガス 3 4 をホース 1 1 8 および 6 2 を通じて貯水器 1 4 に接続するガス接続通路を、作りだしていることは、注意する必要があるかもしれない。

30

#### 【0054】

また、マニホールド 6 4 は、安全開放弁、すなわち、安全ソレノイド 1 2 8 および充填ソレノイド 1 3 0 を備え、それらは、個々におよび平行に、内部通路 1 2 6 とガス出力ホース 3 1 との間の通路を開閉する。同様に、貯水器 1 4 からのホース 6 2 とセル 1 2 に向かうホース 1 1 8 との間の通路を開閉する貯水器ソレノイド 1 3 2 がある。図 1 では、ソレノイド 1 2 8、1 3 0 および 1 3 2 は、弁を意図して例解表現されている。というのも、それらの機能的な効果は、内部通路 1 2 6 内を流れるガス 3 4 の通路を開閉することであるからである。また、マニホールド 6 4 は、事前に 1 1 1 b s に設定されている圧力スイッチ 1 3 4 と、事前に決定された 4 0 1 b s の安全開放圧力に設定された圧力センサである圧力スイッチ 1 3 6 とを有するということが、図から見られることができる。

40

#### 【0055】

圧力スイッチ 1 3 4 および 1 3 6 が貯水器 1 4 からガス 3 4 を運ぶホース 6 2 に直接接続されていることが見られるかもしれない。それゆえに、好ましい実施形態では、これらの圧力スイッチは便利であるという理由で、マニホールド 6 4 に据え付けられているけれども、機能的には、それらは、貯水器 1 4 内のガス 3 4 の圧力に反応し、貯水器ソレノイド 1 3 2 の設定に影響を受けないものであれば良い。同様に、図 1 に示すように、ホース 1 2 2 は、逆止弁 1 2 4 を通じてセル 1 2 からマニホールド 6 4 にガスを運ぶけれども、逆止弁 1 2 4 を通りすぎた出力は、ガス出力ホース 3 1 に直接接続されており、排出ソレノイド 1 2 8 または充填ソレノイド 1 3 0 の設定によって影響を受けない。

50

## 【 0 0 5 6 】

図 1 には、図示の明快さのために、マニホールド 6 4 の内部配置は、機能関係 (functional terms) で表現されており、必ずしもマニホールド 6 4 の実際の内部メカニズムを表現していない。当該技術に精通している人は、構成部品および提供された機能的記載に基づいて、機能的に等価なマニホールドを容易に構成することができるということは、理解されることができる。この発明の好ましい実施形態では、特に水素の移動を制御すべく構成されると共に、ドイツのパーカートカンパニー (the Burkert Company of Germany) によって製造されたソレノイドが、適正な結果を提供することがわかる。

## 【 0 0 5 7 】

図 1 は、更に、外部ソレノイド 3 0 に接続されたガス出力ホース 3 1 が示される。外部ソレノイド 3 0 は、少なくとも二つの配置を有する三方向ソレノイドの形式のスイッチで切り替えができるバルブである。外部ソレノイド 3 0 は、一の配置で、ガス出力ホース 3 2 および逆止弁 1 3 8 を通じてエンジン 1 3 に、ガス出力ホース 3 1 を接続すべく設定されるか、または、他の配置で、ガス出力ホース 3 5 および逆止弁 1 3 9 を通じて大気へ排出すべく設定されている。逆止弁 1 3 8 および 1 3 9 は、各々 1 / 1 0 1 b に設定され、主に、外側空気がセル 1 2 に入ってセル 1 2 を汚染する可能性を妨げるのに役立つ。外部ソレノイド 3 0 は、ソレノイドリード 2 8 によって提供される接続を通じて電気ボックス 1 6 によって、適切に設定される。一般的に、外部ソレノイド 3 0 は、この発明の装置 1 0 が動作してガスを生成しているとき、ガス出力ホース 3 2 を通じてエンジン 1 3 に接続するように設定され、装置 1 0 がシャットダウンの状態になっているとき、ガス出力ホース 3 5 を通じて大気に排出するように設定され、システムからガスを一掃することが要求されている。述べたように、ガス出力ホース 3 2 は、補助ホースを受けるために予め成形されている入力プラグで、エンジンのインテークマニホールドに都合よく固定されているかもしれない。

## 【 0 0 5 8 】

この発明の好ましい実施形態では、ガス出力ホース 3 1 およびガス出力ホース 3 2 は、約 3 / 8 インチの直径を有する。様々な内部通路と同様に、ホース 6 2、1 1 8 および 1 2 2 のようなシステムにおける他のホースの直径は、また、構成部品同士の便利な結合を容易にするために、近似的に 3 / 8 インチであることが好ましい。この発明の他の実施形態が、異なる直径を有すると共に、異なるガス圧やガス生成水準で作動するシステムにいつでも適正であるかもしれないホースを使用するかもしれないということは、理解されるだろう。

## 【 0 0 5 9 】

図 2 は、図 1 の機能的な断面で示されたような同様な前方図に基づいて、この発明の装置 1 0 の要素を示す図である。上記に記載された貯水器 1 4、電解セル 1 2、ポリエチレンブロック 3 8、5 4、7 6 および 7 8、マニホールド 6 4 およびマニホールド 6 4 に接続された様々なホースが、示されているかもしれない。図 2 はまた、貯水器 1 4 に固定されたケース取付金具 1 4 3 およびセル 1 2 に固定されたケース取付金具 1 4 5 および 1 4 7 を示している。これらの三つのケース取付金具は、ケース 1 8 に固定されている貯水器 1 4 またはセル 1 2 をしっかりと保持する。ケース取付金具 1 4 5 および 1 4 7 を介するカソード 8 0 の、自動車の本体に固定されているケース 1 8 に対する電氣的な接続は、カソード 8 0 がほとんどの自動車に標準的な「負のグラウンド」を手に入れるだろうということを意味している。

## 【 0 0 6 0 】

図 2 は、また、貯水器 1 4 の側にケース取付金具 1 4 3 によって固定されている二つの電力調整手段すなわち電源装置 1 4 4 を示している。電源装置 1 4 4 は、電流を漸増させ、かつ、電圧を減少させる標準的な 1 0 - 1 6 電圧型の D C ツー D C 変圧器である。各電源装置 1 4 4 は、電気ボックス 1 6 から 1 1 . 1 ボルトで近似的に 6 . 9 アンペアの電流を受け、減少された 2 . 4 ボルトの電圧で近似的に 2 3 . 9 の増幅された電流を、セル 1 2 の電極に出力する。カソード 8 0 への電氣的な入力、ケース取付金具 1 4 5 でされ、アノー

ドへの電気入力は、アノード端子 114 でされる。ケース取付金具 145、それゆえに、カソード 80 は、自動車の電気グランドとして保持され、電極への出力は、本質的にアノード 82 に供給される。電源装置 144 の電流および電圧の出力は、適切な結果を提供するけれども、この発明の他の実施形態は、異なる電流および電圧設定から適切な結果を得るかもしれないということは、また、理解されることができる。

#### 【0061】

貯水器 14 は、述べたように、好ましくは、ステンレス鋼のような、強くて熱を伝導する材質から構成される。

#### 【0062】

好ましい実施形態では、貯水器 14 は、米国のカリフォルニアのエンビロトロール社 (Envirotrol, Inc.) によって製造されているタイプのようなセラミック化合物から成る断熱スプレーの二つの皮膜を受ける。スプレーは、貯水器 14 の外側表面上に近似的に 26 / 1000 インチの厚さの断熱層を分配する。この材質によって提供される断絶は、十分な熱の保持を提供することがわかる。貯水器 14 の全体表面は、露出された金属として残される約 1 / 2 インチの幅の垂直な帯 142 を除いて噴霧されている。

#### 【0063】

セル 12 を稼動する電氣的な出力を供給することに加えて、電源装置 144 はまた、貯水器 14 のヒーターとして作用する二重の目的をつとめる。これは、貯水器 14 上に、二つの電源装置 144 を、それらの金属表面の一部を露出された金属帯 142 に接触するように、固定することによって実現される。この方法では、電源装置 144 によって自然に生成された熱は、貯水器 14 のステンレス鋼表面に伝わる。他方、貯水器 14 の表面を被覆している断熱材は、伝導熱が貯水器 14 の内側に保持されるのを助ける。電源装置 144 のこの配置の利点は、自動車が凍る天気で長時間停止状態におかれたとき、それが貯水器 14 の内側に形成されるかもしれない氷を溶かす熱を提供することである。セル 12 内の電解溶液 36 を再充填することが必要なとき役に立つように、氷は、水 33 を使える状態にするために溶かされなければならない。電源装置 144 によって提供される熱は、この点において適切な結果を提供する。貯水器 14 の内側の水の水準が最大の充填水準 74 であり、氷が堅いブロック状に凍っている最も極端な場合には、好ましい実施形態における電源装置 144 からの熱は、近似的に 2 時間の溶解時間で、氷のブロックを溶かし、貯水器 14 内に液体の水 33 を再現することがわかる。

#### 【0064】

また、図 2 は、電解セル 12 のカソード 80 の外側表面上に、金属ジャケットすなわちヒートブランケット (heat blanket) 146 を示している。ヒートブランケット 146 は、導線の内部フィラメントを有するステンレス鋼のシートである。電流がワイヤに適用されたとき、ワイヤからの熱は、金属ジャケットに伝導し、より広い領域上に熱を分配する。ヒートブランケット 146 は、極端に冷たい気候においてセル 12 を温めるために提供される。電解溶液 36 は、水の凝固点よりも低い凝固温度を有し、そのような気候においても実際には凝固しないけれども、ある程度密になる傾向がある。電気分解が、この環境で試みられたとき、電気分解を達成するのに必要な電流は、多少増加する。必要な電流は、自動車の電気システムにかなりの浪費を負わし、オルタネータの内側の調整器に損傷を与えるかもしれない。

#### 【0065】

オルタネータへのダメージの危険性を回避するために、この発明の好ましい実施形態では、セル 12 の温度が起動時において、所定の 10 の冷温よりも低いときはいつでも、電気ボックス 16 からの出力は、電源装置 144 よりもむしろヒートブランケット 146 に向けられる。ヒートブランケット 146 は、セル 12 と同様の出力を取り出すよう設定されており、自動車の電気システムの過度の浪費がないようになっている。ユニットが、ある時間の間動作され、セル 12 の温度が - 10 を越えて上昇した後、電気ボックス 16 からの電流は、電源装置 144 に再度向けられ、電気分解を始めることができるようになる。好ましい実施形態では、- 40 で開始すれば、- 10 に到達するのに約 45 分か

かることがわかる。電気分解は、電解溶液 36 中に熱を発生させる発熱反応であるので、自動車 11 が走り、装置 10 が稼働する時間が経過するとともに、セル 12 の温度は上昇し続け、-10 の下に落ち込むことはない。それゆえに、もしヒートブランケット 146 が必要とされるならば、それは、一般的に、旅行の始まりの限られた時間の間だけだろう。

#### 【0066】

選ばれた位置における温度検出は、温度センサ、好ましくはサーモディスクの形式の温度センサ、の使用を通じて得られる。これらの装置は、予め設定された温度に到達したとき、電氣的な接続を開閉することができるスナップバイメタルディスクを備える。それらは、温度が予め設定された値の範囲外に戻ると同時に、開いていたならば閉じた状態に戻るべくリセットされ、閉じていたならば開いた状態に戻るべくリセットされるだろう。この目的のために米国のローデルスランドのエルムウッドセンサ (Elmwood Sensor of Rhodelsland, USA) によって製造されるセンサは、適切な結果を作り出すことができる。

10

#### 【0067】

サーモディスクは、温度検出が要求される位置に配置され、装置を監視する回路に電氣的に接続されている。図 2 の好ましい実施形態では、示されている三つのサーモディスクがある。サーモディスク 148 は、ファン 20 のまわりの気温を監視するために、低位ブロック 38 に固定され、それに応じて、ファン 20 と同じ回路に電氣的に接続されている。このサーモディスクは、15 に設定され、検出温度が 15 よりも下に低下したとき、ファンを駆動する回路を開き、それによってファンの回転を停止させるだろう。冷たい天気では、ファン 20 によって供給される追加の冷却は、一般的に必要ではない。

20

#### 【0068】

サーモディスク 150 は、セル 12 の温度を監視するために外部ケーシング 100 に固定され、ヒートブランケット 146 を駆動する回路に配置される。その設定温度は -10 である。それに応じて、検出温度が -10 より下に低下したとき、サーモディスク 150 は閉じ、それによってヒートブランケット 146 の中に電流を方向づける。温度が設定点の上まで上昇したとき、サーモディスク 150 は、開いて、電流は、セル 12 の電極に動力を供給する電源装置 144 に再度方向づけられる。サーモディスク 152 は、全般的な気温を監視するために分離ブロック 76 に固定され、油圧リード 26 を備えるメイン回路に電氣的に接続されている。このサーモディスクは、80 に設定され、ケース 18 の内側の全体的な気温が 80 に到達すると、サーモディスクがすぐに開かれて、それによって装置 10 はシャットダウンされるだろう。80 はシステムのシャットダウンのために選ばれる。というのも、高温では、電気構成部品は適切に機能しないかもしれない、ポリエチレンブロックが、形状を変化させることすらあるかもしれないからである。

30

#### 【0069】

図 2 は、また、低位ブロック 38 を上部ブロック 54 および 78 に接続するねじが切られたロッド 154 およびナット 156 を示し、また、低位ブロック 38 をセル 12 の分離ブロック 76 に接続するねじが切られたロッド 154 およびナット 156 を示す。図 2 はユニット 10 の片側を示しているので、貯水器 14 およびセル 12 の各々は、各側に二つ、都合四つのねじがきられたロッド 154 を有することは、理解されることができる。ねじが切られたロッド 154、ナット 156、および、フラットワッシャーやフランジのような示されない他の関連金属部品は、貯水器 14 とセル 12 の要素と一緒に安全かつ堅く保持するために、使用されている。この発明の好ましい実施形態では、ねじが切られたロッド 154 および他のそのような関連金属部品に対する規格が、圧力容器に関する米国機械エンジニア学会の規格ナンバー B31.1 (the American Society of Mechanical Engineers standard number B31.1) に規定されている。この発明の装置 10 は、圧力下でガスを取り囲む容器であるので、圧力容器である。

40

#### 【0070】

この専門工学規格 (professional engineering standard) は、圧力の内部増加および急増に耐える圧力容器または容器の能力に影響する様々な設計パラメータを明記している。

50

これは、ねじが切られたステンレス鋼ロッド 154 の利用法およびそれらの容器のコーナーの配置の使用法を含み、各ナット 156 の下の平坦ワッシャの使用法、振動に耐えるロックワッシャの使用法を含み、構成部品の型や数のような他の要素を含み、それらの引張強度 (tensile strength) および溶接品位 (weld integrity) を含む。これは、かなり厳正な規格であり、一般的に、直径が 6 インチで約 30 ポンドの圧力で動作する圧力容器に適用される。この発明は、約 4 インチの直径を有し、30 l b s よりも小さい圧力で動作するので、この圧力容器規格の使用は、付加的な安全性を供給することになることは、理解されることができる。規格に従うと、ねじが切られたロッド 154 は、ばらばらになる前に、14000 l b s の圧力に耐えうることができるべきである。

#### 【0071】

比較として、上に述べたように、この発明の装置は、もうすでに、35、40 および 60 l b s のずっと低い水準で圧力を開放する安全な通風機構を有する。更に、この発明 10 の個々の構成部品は、また、圧力定格を有する。ガス出力ホース 31 および 32、および、ホース 62 および 118 のようなホースは、約 120 l b s に定格され、ポリエチレンブロック 38、54、76 および 78 は、約 6000 l b s に定格され、コンデンサ 15 のステンレス鋼シリンダーおよび貯水器 14 は、約 14000 l b s に定格され、ニッケルセル 12 は、約 10000 l b s に耐えうると定格されている。

#### 【0072】

爆発は、火花が導入されるか、または、ことによるとセル 12 内の圧力がどういうわけか数百 l b s の範囲まで上昇したならば、内部圧縮によって装置 10 で起こるかもしれない。材質のずっと高い圧力範囲および圧力容器の構造規格を考慮すれば、そのような爆発は、内部に完全におさめられがちであり、いかなる外部への損傷または外部に害を及ぼすことはないだろう。電気ボックス 16 は、述べたように、自動車のバッテリーから直接的に正のリード 22 および負のリード 24 によって接続され、油圧スイッチから直接的に油圧リード 26 によって接続され、外部ソレノイド 30 に向かう電気出力 28 を有する。様々な圧力スイッチ、流体水準検出器および大気放出板 60 に接続するラインと同様に、電気ボックス 16 とセル 12 の間には、電力を電源装置 144 に運ぶ出力ラインのような、示されない他の電気接続部がある。正のリード 22 および負のリード 24 に接触することによってバッテリーから受ける電力は、近似的に 15 アンペアで 12 - 13 ボルト、すなわち、195 ワットである。出力ラインは、各電源装置 144 に、近似的に 6.9 アンペア 30 で 11.1 ボルト、すなわち、76 ワットを運び、全体では 152 ワットを運ぶ。電源装置 144 の夫々は、57 ワットの合計になるために 23.9 アンペアで 2.4 ボルトを出力し、全体では 114 ワットを出力する。これらの電力数量は、この発明の他の実施形態では、適切にように変化させられるかもしれないということは、理解されることができる。

#### 【0073】

電気ボックス 16 の内部構成部品は、セル 12 を起動するのに用いられる一つの長いソレノイドを有すると共に、いくつかの継電器およびフューズを有し、自動車規格では、全ては、12 ボルトで稼動する。自動車エンジンが起動したとき、油圧リード 26 は、長いソレノイドを稼動する継電器を起動し、バッテリーからの入力電力を、電源装置 144 からのラインに接続する。操作者に便利にように、電気ボックス 16 の外側は、オン/オフスイッチ 21、バイパススイッチ 23、グリーンの「システム稼動」LED 25 および赤の「低水位」LED 27 を、備えている。好ましい実施形態の電気ボックス 16 は、また、ユニット 10 が稼動している継続時間を記録する時間メータを備えている。

#### 【0074】

この発明の装置 10 が、自動車の運転手に非常に清潔で単純な接続器を提供しているということは、このことから、理解されることができる。装置は自動的に動作し、運転者が自動車を運転している間、運転者によるいかなる作動中の介入も必要としない。したがって、自動車の内側にどこにも、操作盤を必要としない。操作者は、オン/オフスイッチ 21 を用いて装置 10 を稼動または停止させることができ、または、以下に示すように、手動による再充填を実行するために、バイパススイッチ 23 を使用することができる。グリー 50

ンLED25は、点灯したとき、装置10が適切に稼働しているという安心な情報を与える。一方、このLEDが消灯しているとき、装置10が稼働していなくて、電解溶液がないということが示される。赤いLED27は、点灯したとき、「低水位」状況を指し示し、貯水器14に再充填することすなわち手動による再充填を開始することを、運転者に喚起する。ユニット10の耐久性は、ニッケル、ステンレス鋼および高分子量のポリエチレンブロックのような耐久性がある材質を用いる構成によって、強化されることは、更に、理解されることができる。電気構成部品は、ソレノイド、継電器およびフューズのような単純で信頼性が高いアナログ装置であり、産業規格では、12ボルトで動作する。この発明では、デジタルの電子構成部品またはプログラムで制御可能な構成部品は、存在しない。というのは、そのような構成部品は、複雑性やコストの増大をまねき、温度過敏性やプログラミングエラーによって、いっそう故障しがちになるかもしれないからである。更に、この発明のセル12およびキット中に、可動部は存在しない。したがって、この発明は、長期間に亘って、特に、サービス技術者を一般的に利用できない都合の悪い道路環境で、信頼性が高い動作を行うのに十分であるということは、理解されることができる。サービスが必要とされるとき、装置10の単純なデザインは、修理手続きおよびメンテナンス手続きを、比較的容易にするだろう。この発明の動作は、今、記述されることができる。初めに、自動車11が駐車されて、エンジン13が切られたとき、このシステムに現われる、セル12に対する出力、電気分解およびガス34すなわちガス圧は存在しない。自動車の運転者がキーを回転させてエンジンを起動したとき、自動車の油圧スイッチが、典型的には、12ボルト信号として始動させられる。これは、同時に、ゼロから12ボルトに油圧リード26を上昇させ、低電流継電器を作動させ、入れ代わりに、電気ボックス16の内部の長いソレノイドを閉鎖する。

#### 【0075】

始動においては、電源装置144に出力を導く前に、電気ボックス16の内側の回路は、装置の安全な動作のための様々な前提条件を、自動的に調査する。電子機器がアナログであるので、この準備調査は、本質的に瞬時に起こり、各個別の前提条件に関連する信号の存在または欠如のいずれかを検出することから構成されている。それゆえに、監視される信号は、ユニットが80を越える高温にすでに達していないかを確認するための、分離ブロック76上のサーモディスク152に関連するもの、電解溶液36の水準が高すぎることも低すぎることもどちらもないということを確認するための、安全浮き90が起動する第1のリードスイッチおよびセル12の低位浮き94が起動する第4のリードスイッチに関連するもの、システムが401bsを越える圧力でないということを確認するための、圧力スイッチ136に関連するもの、大気放出板60が破れていないかを確認するための、大気放出板60に関連するリードスイッチに関連するものを含む。これらの状況のいずれかが起こっていると確認されたならば、システムの始動は禁止され、電気分解はおこることがない。

#### 【0076】

更に、開始時の監視は、低位ブロック38上のサーモディスク148を含む。このサーモディスクが起動して、15よりも低い温度を指し示したならば、ファン20は、けっして駆動することはない。もし温度が-10またはそれよりも低ければ、セル12上のサーモディスク150が起動して、電源装置144よりもむしろヒートブランケット146を駆動するようにシステムに通知する。

#### 【0077】

禁止状態がなければ、電気ボックス16は、外部ソレノイド30を、ガスホース32を通じてエンジン13に出力すべく設定する。電気ボックス16は、また、電源装置144に出力を供給し、電源装置144は、電流および電圧を調整し、アノード端子114およびカソード80を通じて電極に電力を供給する。サーモディスク150が稼働されているのであれば、ヒートブランケット146は、温度が-10よりも上昇するまで、電気ボックス16から電力を受け、-10よりも上昇したとき、サーモディスク150はリセットされて、電力が電源装置144の方に再度向けられることになる。一度、電力が電源装

置 1 4 4 に向けられれば、電気分解がセル 1 2 の内側で始まり、ガス 3 4 に水素ガスおよび酸素ガスが生成される。電源装置 1 4 4 が動作するにつれて、生成された熱は、自動的に、貯水器 1 4 の水 3 3 に伝導し、それが氷っていれば、水 3 3 に溶かすべく働くだろうということは、理解されることができる。この場合においては、この発明は、電源装置 1 4 4 からの熱の生産的な使用を行う一方、電源装置 1 4 4 は、その他の点ではシステムにいかなる利益も供給することなしに浪費するだろう。

【 0 0 7 8 】

さて、マニホールド 6 4 の配置に目を向けると、通常過程では、安全ソレノイド 1 2 8 および充填ソレノイド 1 3 0 は両方とも閉じた状態になっており、それによって、内部通路 1 2 6 およびセル 1 2 内のいかなるガスも、ガス出力ホース 3 1 にアクセスすることができなくなっている。貯水器ソレノイド 1 3 2 は、開いた状態になっており、ホース 1 1 8、内部通路 1 2 6 およびホース 6 2 を介するセル 1 2 から貯水器 1 4 への直接的な接続が存在するようになっている。セル 1 2 がガス 3 4 を生成するにつれて、ガス 3 4 は、セル 1 2 および貯水器 1 4 の上部に満たされ、装置 1 0 の内側のガス圧が、初期の 0 水準から増加する。セル 1 2 および貯水器 1 4 によって囲まれる空間は確定し、体積は予め決定されているので、より多くのガス 3 4 が生成されるにつれて、この空間内の圧力が時とともに増加するということは、理解されるだろう。ガス 3 4 の圧力が 2 0 1 b s の開放圧力をまさに越えたとき、ガス 3 4 は、流量調整装置すなわち 2 0 1 b s の逆止弁 1 2 4 によって、ホース 1 2 2 を通じて、エンジン 1 3 へのガス出力ホース 3 1 およびガス出力ホース 3 2 に開放されるだろう。したがって、装置 1 0 の安定な稼動中、ガス 3 4 は、セル 1 2 からエンジンに約 2 0 1 b s の圧力で流れ、セル 1 2 および貯水器 1 4 は、約同じ 2 0 1 b s の圧力に均一化される。

【 0 0 7 9 】

システムがゼロから 2 0 1 b s に加圧されるまで、一般的に、約 4 - 5 分かかることがわかる。それゆえに、自動車の運転者は、エンジンが始動した後だいたい 5 分で、顕著な出力の増加を経験するかもしれない。以下に詳細に議論するように、システムは、通常の過程では、依然として稼動したままであり、旅行の休息を通じて電気分解の利益を提供するだろう。

【 0 0 8 0 】

セル 1 2 の動作中、大きな量の熱が生成され、その大きな量の熱は、電気分解の効率を低下させる傾向がある。ガス 3 4 の温度は、セル 1 2 のガス空間 1 0 6 で一般的に約 7 5 に自然に到達し、分離ブロック 7 6 によって形成された熱的孤立のおかげで、コンデンサ 1 5 で約 1 0 低い、すなわち、6 5 に到達するだろう。ファン 2 0 の稼動は、熱い空気を引き下ろして、ケース 1 8 の外に引き離し、セル 1 2 およびコンデンサ 1 5 の両方を、夫々約 5 5 および 4 5 まで冷却する。より涼しい天気では、この温度は更に低下するだろう。冷却システムは、また、セル 1 2 に対して、プラスチックよりもニッケルのような熱伝導性の金属を使用することによって、促進される。供給される冷却機構は、電気分解の効率に貢献するということは、それゆえに、理解されることができる。更に、幾つかの従来技術とは異なり、分離冷却システムは、必ずしも必要でない。

【 0 0 8 1 】

ガス 3 4 は、一般的に、ある量の水蒸気を含んでいることは、注意されるべきである。これは、冷たい気候で問題を生じる。というのも、水蒸気は、氷って、ガス 3 4 の循環にブロックを生成するかもしれない。特に、氷粒子は、暖かいガス 3 4 が、冷たい外部温度に遭遇したとき、ガス出力ホース 3 1 内に形成されるかもしれない。

【 0 0 8 2 】

この発明では、幾つかの要因によって、危険性が減じられる。第 1 に、水蒸気は熱とともに増加するので、この発明の冷却機構は、一般的に、水蒸気の水準を低下させるからである。また、ガス 3 4 が、コンデンサ 1 5 に到達したとき、コンデンサ 1 5 とセル 1 2 との間の温度差は、水蒸気の多くをコンデンサにもたらし、コンデンサ 1 5 の内部壁に収集する。収集された水滴は、通路 1 0 8 を通じて、セル 1 2 に戻る。これは、ガス 3 4 によ

てガス出力ホース 31 に運ばれる水蒸気の量を減少させる。更に、ガス 34 は、ガス出力ホース 31 の内側を流れる間、凝固は、ガスの移動のおかげで、極端な冷たさですら起こることはない。それゆえに、出力ホースを暖めるヒートトレースは、必ずしも必要ではない。加えて、外部ソレノイド 30 がエンジン 13 の空気取り込み口の下に固定されたならば、ガス出力ホース 31 内を運ばれる水蒸気は、エンジンに進むよりも外部ソレノイド 30 の底に収集される傾向があるだろう。この水蒸気は、システムがシャットダウンしたとき、ガス出力ホース 35 を介して最終的に大気中に通風されるだろう。

#### 【0083】

安定状態で動作しているとき、セル 12 は、近似的に一分間に 600 ml の水素ガスおよび酸素ガスを生成し、この水素ガスおよび酸素ガスは、自動車のエンジン 13 に供給されたとき、適切な結果を生成することがわかる。 10

#### 【0084】

この発明の装置は 10 は、電解過程を促進する様々な機構によって小さな空間内にかなりの量のガスを生成する。これらは、金属ニッケルの使用を含み、また、特に、カソード 80 およびアノード 82 の両方に使用される金属の拡張形式を含み、そのことは、電気分解に役立つエッジの数を増加させる。ガスの生成は、また、電極へ高電流を供給する規則的な入力電力の使用によって、この発明で促進される。電気分解によるガスの生成は、電流とともに増加することはよく知られている。この発明によってとられるアプローチは、従来技術の幾つかと対照的であるかもしれない、それら従来技術では、不規則な電力が、バッテリーからセルに直接供給され、不規則な電力は、その容易性のために望ましいと考えられている。しかしながら、これは、低電流水準という結果をまねき、低電流水準は、電解溶液の調整を通じて補正を必要とする。次には、これは、過度の熱の問題をつくりだし、この過度の熱は、いっそう念入りの冷却または加圧の必要性をもたらす。それゆえに、バッテリーとセルとの直接的な接続の明らかな単純性は、このアプローチの短所である補正を必要とするシステムにおける複雑性によって衰退している。規則的な電流によって、この発明が、特別な冷却システムまたは余分なオルタネータまたはジェネレーターのようない扱いにくい付加を必要とすることなしに、電力源として自動車バッテリーのみを使用して、適切なガスの生成を達成するということが、それゆえに、理解されることができ。 20

#### 【0085】

生成されたガスは、水素酸素結合ペアの合成のみならず、水素原子および酸素原子の単体の混合も含む。単体ガスは、望まれるなら分離されることができけれども、個別のガスと、合成ガスの両方の存在は、エンジン 13 で起こる燃焼過程を促進する。ガス空間 106 を通じるガス 34 の移動が、有効性すなわちガス 34 の燃焼量に貢献するということが、また、信じられている。いかにこの発明の装置 10 が、適切で有効的な量の燃焼を促進するための水素および酸素を生成するかということが、今理解されることができ。 30

#### 【0086】

セル 12 は、電極に入力される電流によって、および、シリンダー形状の拡張ニッケルを使用した電極構成のような、セル 12 自身の設定に関連する要素によって、決定される率で、ガス 34 を生成する。ユニット上に固定されるこれらの要素は、エネルギーの消費量を上げるので、与えられた期間中に、セル 12 に生成されるガスの体積は、一定になるだろう。特に、セル 12 に生成されるガス 34 の率は、一分あたりの回転速度 (rpm) や空気取り入れ口圧力のような、エンジンの運転要素と無関係である。しかしながら、実際にエンジン 13 に供給されるガス 34 の率は、通常、幾分か、空気取り入れ口圧力や、エンジン速度に依存するだろう。しかしながら、この発明の装置 10 は、ほとんどの運転状況で、エンジン 13 に供給されるガス 34 の率は、一定になるように設計されている。 40

#### 【0087】

自動車 11 として示されるタイプのトレーラトラックのような特定の自動車のエンジンは、幾つかの乗用車と同様に、ターボチャージャーが装備されている。ターボチャージャーは、本質的に、排気ガスによって駆動されるインペラを用い、ガスを外側から内側に取り込み、それを圧力下でエンジンの空気取り込み口のポートに供給する。エンジン速度すな 50

わち一分あたりの回転数が増加するにつれて、排気ガスの力は、インペラの回転をいっそう速く導いて、取り込み口の空気圧力をより高く導くべく、上昇する。この関係は適切である。というのは、一分あたりの回転数の増加は、与えられた期間内における、より大きな燃焼を意味するからである。空気取り込み口圧力は、それゆえに、同じ与えられた期間内に、要求される空気よりいっそう大きな量を供給するために、一分あたりの回転数に一致して上昇する必要がある。大型のトレーラトラック型の自動車は、典型的に、約 600 - 800 rpm および 10 - 15 l b s 圧力で、アイドリング（空回り）させ、一般的に、約 1800 rpm および 30 l b s 圧力の上限を有する。

#### 【0088】

図5は、時間（t）に対するエンジン13の空気取り入れ口ポートでの圧力（P）を示すグラフである。空気圧（P）は、本質的には、エンジン13の一分あたりの回転数速度に関するということは、理解されるかもしれない。それゆえに、図5では、エンジンがコールドスタートと高い一分あたりの回転数との間で動作するとき、特別なエンジン13にとって、空気取り入れ口圧力Pは、ゼロと近似的に22 l b s の間の範囲の圧力で動作することが見られることができる。

10

#### 【0089】

上記のように、セル12からのガス34を運ぶガス出力ホース32は、ターボチャージャーによって使用されている同じ空気取入れ口ポートで、エンジン13に入る。それゆえに、ターボチャージャーから入力される空気圧がガス出力ホース32におけるガス34の圧力よりもある程度大きければ、ガス34は、燃焼室に到達することを、効果的に妨害されるかもしれない。ガス34が実際にエンジン13に供給される率は、通常、ある程度、空気取り込み口の圧力またはエンジン13の速度に依存するだろう理由を、今、理解することができる。

20

#### 【0090】

この発明では、ガス34は、圧力下でエンジン13に供給され、特に、ガス34は、好ましい実施形態では20 l b s に設定されている排気弁すなわち逆止弁124の形式の流量調整装置を通過するので、ガスは、20 l b s の一定の開放圧力で供給されることになる。逆止弁124のこの開放圧力は、図5のグラフに示されているように、それが空気取り込み口の動作圧力範囲の上限の方であるという理由で、選ばれている。予期されるターボチャージャーからの空気取り込み口圧力は、時間のほとんどにおいて20 l b s よりも小さいだろう。それゆえに、セル12によって生成された水素ガスおよび酸素ガスを含むガス34は、ほとんどの状況において、ターボチャージャーの圧力よりも高圧であり、エンジンに供給されることが妨害されることはない。これは、空気取り込み口圧力がエンジン負荷によってゆらいだときでさえも、ガス34のエンジン13への相対的な一定な流れを保証する。20 l b s 圧力下でセル12から供給されるガス34は、ターボチャージャーの圧力が20 l b s の開放圧力を越える水準、たぶん22 - 25 l b s に上昇したならば、妨害されるだろう。しかしながら、そのような状況は、典型的には、ちょっとした間だけ起こるだけだろう。高圧が長期間に亘って存在したときでさえ、圧力がセル12で作리つけられるにつれて、それは、より高い圧力水準に打ち勝つのに十分な高さになるだろう。しかしながら、そのような遅延は、一般的にまれであるだろう。というのも、この発明は、特に、取り込み口の圧力の動作範囲の上限の方の一定圧力を有するガス34を供給しており、上記一定圧力は、最大限の極端なエンジン負荷以外の全てで、エンジンの予期された空気取り込み口圧力を越えるからである。

30

40

#### 【0091】

ガス34の生成が一定であり、かつ、ガス34はほとんどの時間エンジン13にアクセス可能であるので、供給率すなわちガス34のエンジン13への流れも、また、一定になるだろうということがわかるだろう。更に、エンジン13への効率的なガス34の効果は、エンジン速度に依存して変動するだろうということがわかるだろう。ガス34の流れが、流量調整装置のおかげで一定であるので、エンジン速度が低くなるにしたがって、燃焼室内のガス34の比率がいっそう高くなる。この発明によれば、ガス34の最も高い比率は

50

、エンジンがアイドリングしているときに、起こる。内燃エンジンは、低い一分あたりの回転数で稼働しているときに、特に、アイドリングを行っているときに、効率が悪くなり、より大きな汚染を行うということは、よく知られている。エンジンがアイドリングを行っているとき、または、低い一分あたりの回転数であるときに、燃焼させるために相対的に高い比率の水素および酸素を供給することによって、排気を軽減するという利点を最大限にいかすことができる。

#### 【0092】

規則的な流れのガス34の供給は、幅広い型の自動車やエンジンのタイプに対するこの発明の柔軟な使用を可能にする。要求されることの全ては、流量調整装置すなわち逆止弁124を、個々の自動車エンジンの典型的な空気取り込み口の圧力に打ち勝つのに十分な値に設定することである。ターボチャージャーを使用しない乗用車のような自動車は、流路調整弁124を、たったの2~3 l b s に設定することによって、十分に目的を果たすかもしれない。一般的には、開放圧力を、1から50 l b s の範囲に設定すれば、ほとんどの自動車のタイプに適合させることができるだろう。この発明のアプローチが、乗用車に提供されている真空取り入れ口に依存する従来技術よりも広範な汎用性を有していることが、また、理解されるだろう。従来技術の装置は、ターボチャージャー付きの加圧空気取り込み口エンジンと共に働かせることができない。対照的に、この発明の装置10は、装置10自身内で動作する流量調整装置に依存しているので、いかなる型のエンジンとも一緒に働かせることができる。

10

20

#### 【0093】

この発明は、相対的に長くかつ連続的な期間、ガス34をエンジン13に供給することができる。電気分解の間消耗するただ一つの要素は、電解溶液36中の水成分であり、この発明の装置10は、水の供給に有効である貯水器14を備え、セル12の電解溶液36に貯水器14からの水33を再充填するための手段を備える。ほとんどの場合で、セル12は、操作者によるいかなる活動または自覚すらなしに、装置10によって自動的に貯水器14から再充填されるだろう。他の環境では、操作者の手動による再充填が要求されるだろう。

#### 【0094】

エンジン13が始動して、ユニットが最初に起動させられたとき、貯水器14における水33が、それが氷っているという理由で、利用できない可能性がいつでも存在する。述べたように、電源装置144からの熱は、約2時間の溶解時間またはそれよりすくない時間で、貯水器14内のいかなる氷をも溶かすだろう。それゆえに、この発明によれば、電解セル12に補給される十分な補充水が、上記溶解時間またはそれ以前に、利用可能になる。

30

#### 【0095】

溶解された水が利用できるようになるまで、セル12が十分に動作できるということを保証するために、装置10は、ユニットが始動する時間に、電解溶液36が少なくとも流体水準検出器88の第3のリードスイッチのちょうど上の水準であるということを、保証する。以下に詳細に説明するだろうように、これは、ユニットがシャットダウンされているときの水準を調査して、必要であれば、その時間に再充填を実行することによって達成され、それで、続いて起こる起動時に十分な電解溶液36が存在することになる。また、以前に述べたように、装置10は、低位浮き94が第4のリードスイッチの水準まで低下したならば、シャットダウンされるだろう。それゆえに、起動時に、この発明の装置10は、最低限、流体水準検出器88の第3のリードスイッチと第4のリードスイッチの間の空間を占める電解溶液36の量を有しているだろう。この量は、好ましくは、約2時間の受け溶解時間よりも長い最小動作時間の間、持続するのに十分な量であり、好ましい実施形態では、6時間に亘って持続するのに十分な電解溶液36が存在する。

40

#### 【0096】

上記のシナリオは最も悪い場合であり、電解溶液36の水準は、始動時において、少なく

50

とも、第3のリードスイッチよりも幾分高いだろうということが、もっともありがちであるということは、理解されることができる。もちろん、述べたように、最も悪い場合のシナリオのときですら、この発明によって容易に対処されることができる。更に、凍結状態は、主に、ある地理的位置において冬の間に起こるので、操作者は、一般的に、水33が氷っているかもしれない可能性に、気付くだろう。したがって、操作者がそのように望むのであれば、自動車は凍結天気において長時間停止したとき、操作者は、栓44を開くことができ、貯水器14から水33を排出することができ、自動車11が再起動されたとき、氷ったブロックの可能性を排除することができるだろう。操作者は、自動車11が再起動される前、貯水器14を再充填することを覚えていなければならないだろう。

【0097】

10

自動車11の運転中、この発明の装置10は、自動的に、貯水器14から水33を電解溶液36に再充填するだろう。この再充填動作は、かなり急速かつ自動的にあり、操作者によるいかなる作業も必要としない。

【0098】

流体検出器88の低位浮き94が、第3のリードスイッチを始動する点まで低下したとき、再充填動作が、開始される。再充填が起こる前提条件として、システムは、貯水器14での圧力が、最小限111bsであることを必要とする。この情報は、圧力スイッチ134によって提供され、この圧力スイッチ134は、述べたように、111bsで始動するように、事前に設定されている。この条件が満たされるならば、再充填ソレノイド130は開かれ、貯水器ソレノイド132は閉じられる。これは、(1/101b逆止弁138を通じて)セル12をエンジン13に直接接続し、セル12と貯水器14との間の接続を阻止する。充填信号によってもたらされるこれらの変化のちょっと前に、セル12および貯水器14でのガスの圧力は、約201bsに均一化される。再充填信号によってもたらされる変化の結果として、セル12の圧力は、一般的に、エンジン13のより低い圧力状況まで急速に低下するのに対し、以前に存在していた最初の201bsのより高い圧力水準は、貯水器14内で維持される。

20

【0099】

今、貯水器14のガス34では、約201bsの高圧が存在し、かつ、セル12のガス34では、それより低い圧力が存在しているので、貯水器14内の水33は、通路50を通じてセル12に流れるように促される。しかしながら、通路50中の61b逆止弁52のおかげで、水33は、圧力差が少なくとも61bになるまで、流れることはない。それゆえに、セル12の圧力が約141bsまたはそれより小さい値に低下したとき、水33が、通路50を通じてセル12に流れ、それによってセル12を再充填するだろう。セル12の圧力は、それゆえに、ゼロまで低下することなく、貯水器14の圧力よりも約61bs小さい点までしか低下しない。

30

【0100】

再充填が進行するにつれて、電解溶液36の水準は上昇し、その過程で、初めに、低位浮き94が上昇し、次に、充填浮き92が上昇する。再充填は、充填浮き92が第2のリードスイッチの水準に上昇するまで、続くだろう。このリードスイッチが始動されると、充填ソレノイド130および貯水器ソレノイド132を

40

夫々、元の閉じた位置および開いた配置にリセットする信号が送られる。これは、元のガスの流れの配置に戻し、セル12と貯水器14の間の通路を開き、セル12からのガス34が、流量調整期124を通じて、エンジン13に向かうのを余儀なくさせる。

【0101】

セル12が、それが失った61bsの圧力を回復するのに、わずかな遅延があるだろう。そして、圧力が201bsに到達したとき、エンジン13への規則的な流れが、再開するだろう。この方法では、十分な量の水33は、セル12の電解溶液36に補充するために供給される。この発明の好ましい実施形態では、第2リードスイッチと第3リードスイッチの間のセル12に入る水の体積は、約100ミリリットル(1リットルの1/10)のみである。これは、かなり小さな量であり、一度水33が流れ始めると、再充填はかなり

50

速く完結するだろうことが示唆される。また、充填率は、貯水器 14 により高い水準の水 33 が存在している場合、いくぶんか速くなるかもしれない。というのは、逆止弁 52 の上の圧力が上昇増加しているだろうからである。

#### 【0102】

貯水器 14 に 111b s の圧力があるという前提条件は、少なくとも、水 33 をセル 12 に供給するのに十分な最小限の圧力が存在していることを保証するのに必要である。111b s では、61b 逆止弁に 52 に打ち勝つために、エンジン圧力は、51b s まで低下しなければならないだろう。これは、だいたい、自動車運転されている間に得られる圧力と同じくらいの低さであり、ターボチャージャーが、それが備えるターボブーストを使用していない圧力である。この場合には、自動車がアイドリングしているか、さもなければ、低い速度で運転されている時間まで、再充填が遅延するかもしれない。111b s 圧力の最小限の必要性をかくことによって、この発明の装置 10 は、それが十分に加圧されていないという理由で、貯水器 14 が供給することができないとき、再充填を要求しないということを保証することは、それゆえに、理解されることができる。

10

#### 【0103】

逆止弁 52 は、通路 50 に配置される。というのは、貯水器 14 の水 33 の柱による潜在的な圧力がいつでも存在しているからである。逆止弁 52 が存在しなければ、水 33 は、しばしば、セル 12 に自発的に流れるかもしれない。

#### 【0104】

圧力スイッチ 134 の他の値および逆止弁 52 の他の値が、装置 10 の水 33 の流れをより良く適合させるために、選ばれるかもしれないということは、理解されることができる。例えば、圧力スイッチ 134 は、151b s に設定され、逆止弁 52 は 101b s に設定されることができる。これらの特別な値は、201b の逆止弁 124 の製造における公差に矛盾するという理由で、この実施形態では選ばれない。製作公差が改善するべく、これらの要素の他の圧力値が、受け入れられるかもしれないということは、理解されることができる。

20

#### 【0105】

この発明の好ましい実施形態の設定および容器サイズを使用すれば、セル 12 が電解溶液 36 を第 2 のリードスイッチの充填水準まで有し、かつ、貯水器 14 の水 33 が最大の充填水準 74 である場合には、自動車 11 は、近似的に、180 時間運転できることがわかっている。この期間は、貯水器 14 に溜められている水 33 に基づく約 150 時間と、電解溶液 36 に基づく他の 30 時間からなる。セル 12 の内部においては、装置 10 は、いっばいの位置（第 2 のリードスイッチ）から再充填の要求（第 3 リードスイッチ）があるまで、近似的に 24 時間運転することができ、述べたように、それは、シャットダウンがかせられるまで（第 4 のリードスイッチ）、約、他の 6 時間運転することができる。

30

#### 【0106】

操作者が、装置 10 が水 33 を使い果たし、低位浮き 94 が第 4 のリードスイッチまで低下するかもしれないとき、操作者が、貯水器 14 を再充填することを忘れたならば、システムをシャットダウンする信号が始動する。この信号は、電源装置 144 を遮断する電力をもたらし、更なる電気分解が停止する。安全ソレノイド 128 は、開かれ、外部ソレノイド 30 は、放出するべく設定され、その結果、セル 12 および貯水器 14 内のガス 34 は、大気に放出されるだろう。電気ボックス 16 上の赤い「低水位」LED 27 は点灯し、低水位のために、システムがシャットダウンしているということを、操作者に視覚的に指し示すだろう。この状況は、操作者によって訂正されることができる。システムが減圧されていることを保証するための追加の安全手段として、エンジンが 10 分の間シャットダウンされると、操作者は、キャップ 29 を取り除くことによって貯水器 14 を再充填し、浮き 72 がリードスイッチまで上昇するまで水を注ぎ、ブザーを作動させるだろう。そのとき、操作者は、電気ボックス 16 上のバイパススイッチ 23 を押圧して押し下げるだろう。バイパススイッチ 23 が下げられたとき、電力が電源装置 144 に送られ、それによって、電気分解が活動的になる。また、安全ソレノイド 128 は、閉じられ、外部ソレ

40

50

ノイド 30 は、ガス 34 を、ガス出力ホース 32 を通じてエンジン 13 に導くべくリセットされる。貯水器ソレノイド 132 は、依然として開いたままであり、赤い「低水位」LED 27 は、依然としてついたままになっている。この期間中、ガス 34 は、生成されつづけ、システムは、内部圧力を再構築する。数分後、貯水器 14 内の圧力は、111bs に到達し、グリーン「システム稼動」LED の点灯と、赤い「低水位」LED 27 の消灯をもたらす。この点で、操作者は、バイパススイッチ 23 を解除し、システムは自動的に再充填を実行し、通常の動作を再開する。

#### 【0107】

この発明は、近時的に 150 - 180 時間の自動車走行時間毎に、装置 10 に水を供給することを含む。供給される水の量、すなわち、近似的に 3.25 リットルすなわち約 1 1/2 ガロンは、妥当な量であるが、特に要求されるものではないだろうということは、理解されることができる。ほとんどの場合、貯水器 14 中には、すでにいくらかの水 33 が存在しており、それで、供給される水の量は、いっそう少ないものになるだろう。自動車 11 の負荷サイクルに依存して、再充填 11 を、3 - 4 週間毎に一度、または、だいたい月に一度、と同じ位まれに必要とするかもしれない。例えば、週に 6 日、一日に 10 時間の仕事量を仮定すると、再充填を、だいたい、3 週間に一度のみ必要とするだろう。水の再充填が、都合良く、定期的な自動車のメンテナンスに組み込まれるかもしれないということは、また、理解されることができる。したがって、ほとんどの運転者にとっては、移動中に水 33 を使い果たし、手動の再充填と実行するということは、仮にそうだったとしても、非常にまれなものだろうと思われる。

10

20

#### 【0108】

この発明の装置 10 が、どのようにガス 34 をセル 12 からエンジン 13 に移動させるために動作するか、および、どのように水 33 を貯水器 14 からセル 12 に移動させるために動作するかということが、今、理解されることができる。従来技術に開示された装置の場合で頻繁であるように、可動部を有するポンプのような構成部品にたよるというよりはむしろ、この発明の装置 10 は、同じ機能を、電解過程によってセル 12 中に生成される内圧のみを使用して達成している。ポンプのような構成部品は、相も変わらず、コスト、かさばりおよび複雑性の増大をまねき、非常に冷たい天気で故障しがちであるかもしれない。もちろん、この発明の他の実施形態では、ポンプのような構成部品が、必要に応じて、使用されるかもしれないということは、理解されることができる。この発明の装置 10 の様々な安全機構の動作が、今、記述されるかもしれない。第 1 の安全機構は、セル 12 内の電解溶液 36 の水準に関係する。電解溶液 36 が上昇するのを好む最も高い水準は、ガス空間 106 を形成するために、流体水準検出器 88 上の止め 96 のちょうど下に配置される第 2 のリードスイッチまでである。加えて、水再充填動作の誤作動または他の理由によって、電解溶液 36 の水準が、上昇してコンデンサ 15 およびガス出力ホース 31 に到達したならば、電解溶液 36 の KOH が、エンジン 13 の空気取り込み口ポートに浸入するという危険性が生じる。これは、KOH がエンジン 13 に損傷を引き起こすという理由で、望ましくない。

30

#### 【0109】

したがって、この発明の装置 10 は、安全浮き 90、および、それに対応する流体水準検出器 88 上に配置される第 1 のリードスイッチを有する。セル 12 における電解溶液 36 の水準が止め 96 を越えて上昇し、上昇をつづけたならば、安全浮き 90 は、第 1 のリードスイッチが始動されるまで、上方に押されるだろう。第 1 のリードスイッチによって生成された信号は、すばやいシャットダウン手続きをすぐに行うべく、システムに警告する。これは、更なる電気分解を停止するために、電源装置 144 への電力を遮断することを含み、安全ソレノイド 128 および貯水器ソレノイド 132 を開き、外部ソレノイド 30 を、ガス出力ホース 35 を通じて大気に通風するべく設定する。これらのステップは、セル 12 および貯水器 14 の両方をすぐに減圧し、それらを大気圧と等しくするだろうことは、理解されることができる。これは、セル 12 への水 33 の更なる流れを妨げ、その結果、電解溶液 36 の水準が更に上昇することは禁止される。この場合では、操作者は

40

50

、ユニットを再起動することができず、ユニットは、それが資格を有するサービス技術者によるサービスによって点検および保証されるまで、利用不可能になるだろう。

【0110】

この発明の装置10の他の安全機構は、ガス圧の増加の危険性に関する。これは、様々な原因によって起こることが可能であり、これは、例えば、不慮のホースの妨害または内部通路の妨害、または、石が道路から飛び散って外部出力ホース31中に留まるという状況によって起こるかもしれない。特定の場合に関係なく、いくらかの圧力の上昇は、それが与える爆発の危険性の理由で、懸念の原因となる。この発明の装置10は、それに対応して、複数のオーバーラップする安全機構、すなわち、内圧が事前に決定された開放圧に到達したとき、圧力が危険で過大な水準に上昇する前に、内圧を安全に開放するように設定された圧力軽減手段を有する。

10

【0111】

圧力スイッチ112は、上部ブロック78の中に形成され、セル12内の圧力を直接監視する。貯水器ソレノイド132は、通常開いた状態になっているので、圧力スイッチ112は、実質的に、貯水器14の圧力も監視しているということは、理解されることができる。セル12および貯水器14が異なる圧力水準になるだろう唯一の期間は、貯水器ソレノイド132が、システムに水充填動作を実行させるべく閉じているときである。圧力スイッチ112は、所定の351b sの安全開放圧力で始動するように設定され、必要以上の圧力の上昇からシステムを保護する防御の第1水準を有している。

【0112】

20

セル12の圧力が351b sまで上昇したならば、圧力スイッチ112は、安全ソレノイドを開かせる信号を送る。安全ソレノイド128は、ガス側路、すなわ、セル12のガス34が201bの逆止弁124を回避して、エンジン13のより低い圧力環境に接続されることを可能にする安全ガス通路として作用する。この接続の結果として、セル12の圧力は、急速に減少するだろう。圧力スイッチ112が、351b sよりも低いということを検出したとき、それは、安全ソレノイド128を閉じた配置にリセットする信号を送り、その結果、ガス34は、逆止弁124を通じる規則的な流れに戻ることになる。圧力スイッチ112が、これは機械的構造の慣性によってゆっくり動作するが、リセットできて応答できる前まで、通常、セル12の圧力は、約3 - 51b sまでかなり急速に低下するだろう。

30

【0113】

この351bの圧力点検は、一時的にホースを妨害して、そのとき除去される氷の小片や石のような一時的な閉塞が存在する場合に有益である。安全ソレノイド128が、断続的に数回にわたって動作するかもしれない、また、繰り返される断続的な動作が、この種の閉塞の除去に役立つかもしれないということは、理解されることができる。

【0114】

圧力の上昇に対する防御の第2水準は、圧力スイッチ136によって提供されている。この圧力スイッチは、マニホールド64上に配置され、貯水器14の圧力を直接的に監視し、開いた貯水器ソレノイド132を通じて、一般的には同じセル12の圧力を間接的に監視する。この発明の実施形態では、圧力スイッチ136は、事前に決定された401b s

40

【0115】

401b sに上昇した圧力は、システムをシャットダウンするのに十分な深刻さであると思われる。一般的には、とにかく加圧されたガス34を開放することが望まれる。したがって、圧力スイッチ136が始動すると、安全ソレノイドが開き、電源装置144への電力は、更なる電気分解を停止するべく、打ち切られる。安全ソレノイド128は、ガス側路、すなわち、セル12のガス34が、201b逆止弁124を回避して、エンジン13のより低い圧力環境に接続されるのを可能にする安全ガス通路として作用する。同時に、電流は、14秒遅延フューズを備える抵抗回路を通じて閉鎖される。14秒間、システムは通風し、そのことは、ほとんどの環境では、安全な水準まで圧力を減少させるのに、十

50

分な時間である。フューズが１４秒後にとんだとき、装置１０は、シャットダウンされる。装置１０は、そのとき、好ましくは、サービスとして回復させられるために、資格を有するサービス要員によって、復帰させられる。

#### 【０１１６】

更に、３番目の頼みすなわち開放通気穴が、大気放出板６０によって提供される。この装置は、この装置は、６０１ｂｓの事前設定圧力に到達したならば、機械的に吹き飛んで通風する、手動による「吹き飛び」弁である。電氣的に駆動される上記の３５１ｂおよび４０１ｂ圧力スイッチとは異なり、大気放出板６０は、厳密に機械的なものであり、物理的に破れて開いた状態になることによって、圧力に直接的に応答する。それゆえに、大気放出板６０が吹き飛んだとき、上部ブロック５４に生成された穴は、ガス３４がじかに大気  
10  
の低圧環境に放出されることを可能にするガス側路として作用する。上記４０１ｂの圧力開放と異なり、中間の通風期間の必要性または機会はない。一度、通風されれば、ユニットは、好ましくは、新しい大気放出版６０を設置するために、資格を有するサービス要員によって回復させられるべきある。

#### 【０１１７】

大気放出板６０は機械的であるので、システムまたは電気ボックス１６は、通常、システムに穴があるということ気付かせることはけっしてなく、それに対応して電極に電力を供給すること続けるだろう。このとき生成されたガス３４は、エンジン１３に流入して圧力を高めるよりもむしろ、害を及ぼさない形式で単純に大気に放出されるだろう。電気分解は、低位浮き９４が低水位配置に低下するまで続くだろう。グリーン「システム稼動」ＬＥＤ２５は、低水位になるまで、依然として点灯し、システムが適正に稼動している  
20  
ということ、不正確に指し示すだろう。

#### 【０１１８】

このようなやり方で、システムの停止を可能にすることには、何等悪いことは存在しないけれども、システムに、いっそう規則的で適切なシャットダウンをもたらすことが、一般的に好ましい。したがって、この発明の好ましい実施形態では、リードスイッチが大気放出板６０に据え付けられる。リードスイッチは、大気放出板が破れたとき、それが、電気ボックス１６に信号を送るような方法で、大気放出板６０に固定される。この信号は、システムに、電源装置１４４への電力を遮断することを警告して、更なる電気分解を停止し、外部ソレノイド３０を、ガス出力ホース３５を通じて大気に放出するべく設定すること  
30  
を警告する。加えて、ＬＥＤ２５および２７は消され、システムがもはや稼動していないという正確な視覚的な示唆を提供する。

#### 【０１１９】

大気放出板６０のような厳密な機械要素が事前に設定された水準の圧力の上昇に抵抗することによって、役に立たないという危険性は、非常に低い。更に、仮に、それが、事前に設定された水準における通風に失敗したとしても、大気放出板６０の機械強度は、圧力が更に上昇したとき、通路を与えがちであるだろう。したがって、大気放出板６０は、現実  
40  
に、この発明の装置１０において、予備の「二重安全装置」として作用する。システムの圧力が、組み込まれた安全機構を始動することなしに、６０１ｂｓをかなり越えて上昇するだろうということは、起こりそうもないけれども、この発明の装置１０は、更に、装置の設計に特有の更なる安全手段を有する。以前に述べたように、装置１０を構成する材質は、数千ポンドの圧力にも耐えうると見積もられている。更に、システムは、全体として、圧力容器規格に基づいて構築されており、この圧力容器規格は、同様に、高い程度の保護を提供する。したがって、内部圧力が数千ポンドまで上昇して、セル内の爆発が引き起こされたとしても、外部に目に見える影響がないだろうことが考えられる。しかしながら、そのことがおこる前、ホース、ホースをマニホールド６４に接続する接続金具、または、上部ブロック５４または７８、のようなシステムの構成部品が、吹き飛ばすことによって安全な方法で破損して、ガス３４を大気に放出することによって、高圧状態をすばやく軽減するだろう。

#### 【０１２０】

10

20

30

40

50

したがって、この発明の装置 10 の設計に組み込まれた、個々の安全機構、構成方法、および、材質は、害すなわち破壊的な爆発の危険性を最小限にするだろう。

#### 【0121】

自動車 11 の個別の運行が終わって、自動車エンジン 13 を停止したときの、このシステムに従う手続きが、今、記述されるかもしれない。エンジン 13 の停止は、油圧を低下させる原因となり、油圧スイッチおよび油圧リード 26 をゼロにする原因になる。それに応じて、電気ボックス 16 は、外部ソレノイド 30 を、ガス出力ホース 35 を介して大気に通風するべく設定し、電気分解を停止させるために、電源装置 144 への電力を遮断する。これは、出力ホース 30 中に存在するガス 34 を大気中に放出することを可能にする。しかしながら、圧力の過度の上昇を軽減することに関係する先程の通風状況と異なり、セル 12 および貯水器 14 を大気に通風する直接的な必要性はない。代わりに、さしあたり、安全ソレノイド 128 は、閉じた状態に据え置かれ、貯水器 132 は、開いた状態に据え置かれる。ガス 34 は、これ以上生成されることはないので、201b 逆止弁 124 は、ホース 30 に入り込むガス 34 のいかなる更なる流れも、停止する。

10

#### 【0122】

直接的な通風の代わりに、システムは、続いておこる始動のためにセル 12 内の電解溶液 36 の水準を調べると共に、準備する機会を得る。装置 10 は、予め設定された時間に設定されたタイマー（図示せず）を始動して、電気分解の最中に電解溶液 36 の最上部に形成される傾向があるあぶくおよび泡の層がおさまる機会を与える。好ましい実施形態では 5 分である事前に決定された時間の変わりに、電解溶液 36 の水準のもっと正確な読み込みが採用されることもできる。低位浮き 94 が第 3 のリードスイッチの水準であるか、または、それより低ければ、システムは、充填ソレノイド 130 を開くと共に、貯水器ソレノイド 132 を閉じることによって、自動的な再充填を実現するだろう。仮に、低位浮き 94 が、第 3 のリードスイッチの上に配置されているならば、たとえわずかであっても、再充填の状態が開始されることはなく、再充填が実行されることはない。一度、再充填が落ち着いたならば、システムは、安全ソレノイド 128 を開くことによって従来の方法でシャットダウンされ、セル 12 および貯水器 14 からの全てのガス 34 が大気に放出されることを可能にする。シャットダウンの際の上記再充填の手続きの利点は、次の始動の際、セル 12 がいっぱいであるか、または、少なくとも、電解溶液 36 の水準が第 3 のリードスイッチのちょうど上であるということを、操作者に保証するということである。議論したように、これは、非常に冷たい気候で必要である。というのも、貯水器 14 内の水 33 は、氷って固体になっているかもしれない、数時間の間、再充填を利用できないかもしれないからである。第 3 のリードスイッチの水準は、述べたように、所定の充填水準であり、装置 10 を最小の稼働時間の間運転しつづけることを可能にするのに十分な電解溶液 38 を備えている。

20

30

#### 【0123】

シャットダウンの際、電解溶液 36 が、第 3 のリードスイッチのちょうど上の水準であるという状況が起こるかもしれない、それで、水の再充填が起こらないといういということが起こりえるということが、注意されなければならない。続いて起こる始動の際、水 33 は、氷っていて、それゆえに、一時的にセル 12 に補充することに役に立たない。更に、始動後の短い時間に、電解溶液 36 の水準は、第 3 のリードスイッチまで低下し、充填要求を始動し、そのことは、充填ソレノイド 130 を開かせる原因になるだろう。それゆえに、セル 12 は、直接的に、エンジン 13 に接続され、しかしながら、再充填は、数時間を要するだろう水 33 が溶けるまでけっして起こらないだろう。この状況では、セル 12 および貯水器 14 は、単に、一時期 201bs よりも低い圧力で動作するだろう。この状況は、一定の 201bs のガス出力を有することと同じぐらいの利点は有さないけれども、水 33 が解凍されて、適切な再充填および再加圧が起こるまで、一時的には適切なものであるだろう。

40

#### 【0124】

ガス 34 は、シャットダウン時にシステムから取り除かれるので、駐車されている自動車

50

において、揮発性のガス 3 4 の存在や保存がもたらされるという危険性がないことは、理解されることができる。

【 0 1 2 5 】

電解セルおよびこの発明のキットは、内燃エンジン 1 3 の燃焼室に、適切な量の水素ガスおよび酸素ガスを供給する。エンジン効率は、結果として改善される。というのも、非常に高い揮発性のガスの存在は、エンジンで、従来可能であったよりもいっそう大きな炭化水素の爆発を可能にするからである。ガスの燃焼速度は、従来の燃料よりも約 1 0 分速くなり、全焼もまた速くなる。燃焼は、それゆえに、燃焼サイクルの初めのより早くより近い時期に、ピストンがシリンダーの先端または先端付近に存在するときに、完結する。したがって、ピストンが降下するときのシリンダーの冷却は、いっそう効率的になる。というものの、降下する仮定で起こる燃焼がより少なくなるからである。このことは、排気温を減少させるという利点を有し、生成させる亜酸化窒素の量を低減するという利点を有する。圧縮のみで燃料を燃焼させるディーゼルエンジンでは、加えられるガスは、燃焼の室を向上させる点火プラグのような効果を有する。更に、加えられたガスは、シリンダーの内部に生成される傾向があるいくつかの炭素沈殿物をエンジンで燃焼させることさえ可能にし、その結果、エンジンは、この発明の装置の継続的な使用によって、よりいっそう清潔になるかもしれない。

10

【 0 1 2 6 】

燃焼の際のこれらの有益な効果は、ガス効率およびディーゼル燃費効率を、近似的に 5 - 1 5 パーセントのオーダーで改善する。先端におけるよりいっそう完全な燃焼が、燃焼工程を改善させることになるという理由で、出力およびトルクが、また、改善される。馬力およびトルクの約 1 0 - 1 4 % の改善が、観察される。更に、ガスおよび固体汚染物質の放出において約 4 0 % のオーダー程度のかんりの低減が、記録される。したがって、より清潔な稼動および改善された燃費が、出力の支出を引き起こす従来のエンジンと異なって、この発明は、燃費および出力の両方で、改善を提供すると共に、また、より低い排気温に起因するより清潔な運転を提供する。

20

【 0 1 2 7 】

これらの利点の全ては、自動車のバッテリーにおける、1 5 アンペアで約 1 3 ボルトの電力の引き上げ、これは、約 1 9 5 ワットまたは近似的に 1 / 3 馬力であるが、によって実現される。これは、比較的小さな引き上げであり、余分なセットのヘッドライトを追加することによってもたらされる消耗と同程度の消耗である。

30

【 0 1 2 8 】

電解セルおよびこの発明のキットが、内燃エンジンの追加燃料として使用されるガスを生成する電気分解の使用に関連する幾つかの問題にどのように対処するのかということは、今、理解されることができる。この発明は、適切な量の水素ガスおよび酸素ガスを生成し、それらをエンジンに一定の率で効率的に供給する。ガスの流れは、長い運行および極端な天気状況ですら、連続的にとぎれることがない。装置は、複数のオーバーラップする通風安心機構を有すると共に、圧力容器規格に基づいて製造されているので、装置は、また、爆発の危険を避けられる。更に、装置は、メンテナンスされること、修理が行われること、および、据え付けされることが容易である。これらの利点の幾つかは、一つには、利用できる構成部品の効率的な使用を通じて達成される。また、セルに出力を供給するのに使用される電源装置は、冷たい気候で水シリンダー内に形成されるかもしれない氷を溶かす機能を有し、システムは、ポンプのような追加の構成部品を必要とすることなしに、内部のガス圧を利用して、ガスおよび水の両方を循環させる。

40

【 0 1 2 9 】

当該技術に精通している人には、先の記述が、好ましい実施形態に関するものであるということ、および、様々な変更および修正が、この発明の精神をたがえることなしに、添付された請求項の範疇で可能であるということ、を理解することができるだろう。例えば、言及は、自動車で用いられる内燃エンジンに関して行われたけれども、また、この発明は、自動車で使用されない燃焼エンジンに用いられるかもしれず、オイルバーナー（加熱炉

50

）またはボイラーのような非燃焼エンジンに用いられるかもしれない。また、仮に、高いエンジン速度、または、高い一分あたりの回転数に比例する効率的な増加を生成することが望まれるなら、他の電源装置を追加することが有益であるかもしれない、エンジン速度に基づいて電源装置への電力を変えることが有益であるかもしれない。この方法では、エンジンが高速で運転されているとき、セルへの電力およびセルのガス出力を、増加させることができる。様々な他の修正は、この技術に精通している人には明白であり、ここでは更に詳細には記述されないだろう。

【図面の簡単な説明】

【0130】

【図1】この発明の電解セルおよび内燃エンジンキットの前方断面図である。

10

【図2】図1の電解セルおよび内燃エンジンキットの前方図である。

【図3】図1および図2の電解セルの斜視図であり、隠れている特徴を示す図である。

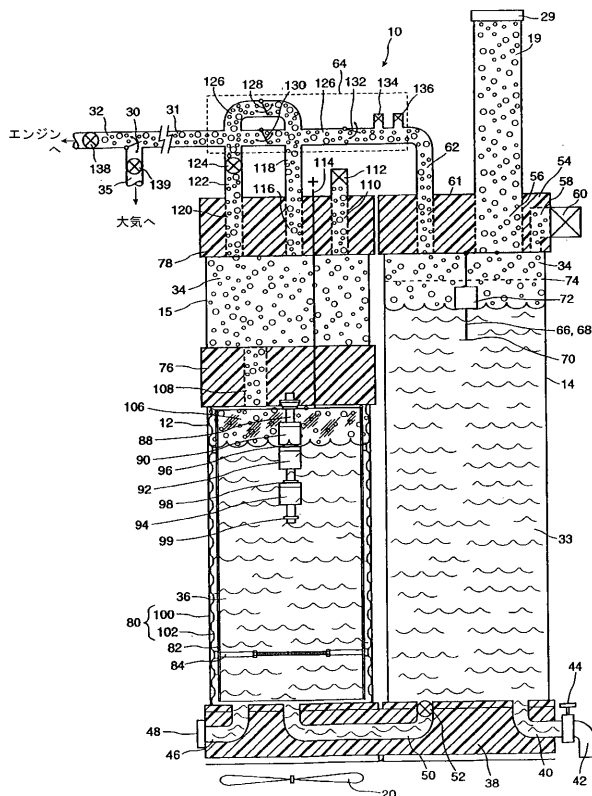
【図4】自動車に固定されているこの発明の内燃エンジンキットを示す図である。

【図5】時間に対する内燃エンジンの空気取り込み口の圧力の典型的なグラフである。

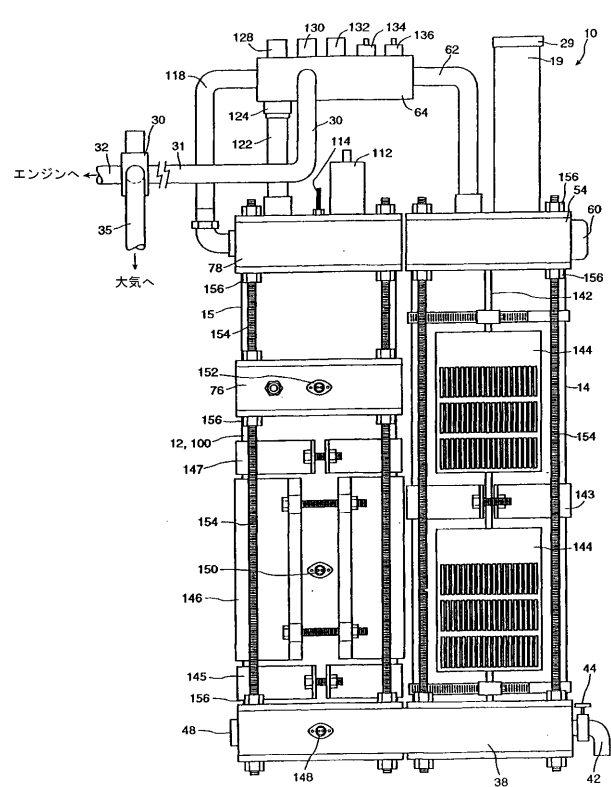
【図6】囲い込みケースを備えるこの発明の電解セルおよび内燃エンジンキットの前方斜視図である。

【図7】この発明の内燃エンジンキットの外部接続を示す図である。

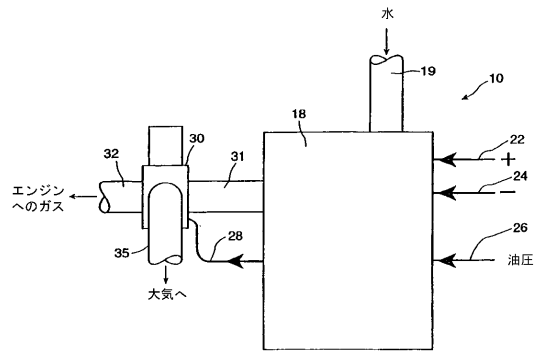
【図1】



【図2】



【図 7】



## 【国際公開パンフレット】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization  
International Bureau(43) International Publication Date  
12 December 2002 (12.12.2002)

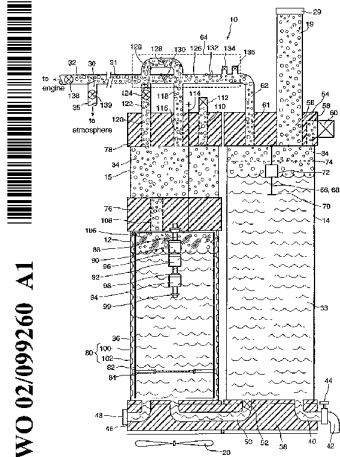
PCT

(10) International Publication Number  
WO 02/099260 A1

- (51) International Patent Classification: F02B 43/10, F02M 25/10 (74) Agent: NENNIGER, James, T.; Piasetzki & Nenniger, Suite 2308, 120 Adelaide Street West, Toronto, Ontario M5H 1T1 (CA).
- (21) International Application Number: PCT/CA02/00809
- (22) International Filing Date: 31 May 2002 (31.05.2002)
- (25) Filing Language: English
- (26) Publication Language: English
- (30) Priority Data: 2,349,508 4 June 2001 (04.06.2001) CA
- (71) Applicant (for all designated States except US): GLOBAL TECH ENVIRONMENTAL PRODUCTS INC. [CA/CA]; Unit #3, 5 Furbacher Lane, Aurora, Ontario, L4G 6W2 (CA).
- (72) Inventor; and (75) Inventor/Applicant (for US only): ROSS, Bill [CA/CA]; 27 Valley Trail, Newmarket, Ontario L3Y 4V8 (CA).
- (81) Designated States (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GR, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PI, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) Designated States (regional): ARIPO patent (GH, GM, KI, LS, MW, MZ, SD, SI, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI patent (BF, BJ, CI, CG, CL, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NI, SN, TD, TG).

[Continued on next page]

(54) Title: ELECTROLYSIS CELL AND INTERNAL COMBUSTION ENGINE KIT COMPRISING THE SAME



(57) Abstract: A system for producing one or more gases for enhancing combustion in an internal combustion engine, the engine having an intake, the system comprising: an electrolysis cell, for generating one or more combustion enhancing gases under pressure; a gas conduit, for connecting the electrolysis cell to the internal combustion engine; and a flow regulator, operatively connected between the electrolysis cell and the intake of the engine, for regulating a flow of the combustion enhancing gases in the engine.

WO 02/099260 A1

WO 02/099260 A1 

---

**Published:**  
— with international search report

*For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.*

**Title: ELECTROLYSIS CELL AND INTERNAL COMBUSTION  
ENGINE KIT COMPRISING THE SAME**

**FIELD OF THE INVENTION**

5 This invention relates to the general field of combustion engines, and more particularly to an electrolysis cell for supplying gaseous fuel additives to enhance combustion in a combustion engine.

**BACKGROUND OF THE INVENTION**

10 Modern gasoline and diesel engines are more efficient and less polluting than similar engines of even a few years ago. However, due to the increased total number of vehicles in use, levels of air pollution continue to rise even in light of more efficient and clean running vehicles. Therefore, there has been increasing pressure to develop vehicles which have lower emissions, and thus are less polluting than conventional automotive technology permits. This has spurred development of alternate fuel technologies such as electric cars and vans, natural gas and propane fuelled vehicles, hydrogen cell vehicles and the like. While a number of these technologies are promising, some are still a long way from commercial implementation, and others appear to have reached the limit of present design capabilities without yielding a consumer acceptable product. Therefore, attention has refocused on conventional gas and diesel burning engines, and ways to render them more pollution free and efficient.

25 It is well known that the addition of hydrogen and oxygen gases as fuel increases the efficiency of an internal combustion engine and reduces pollution considerably. Both advantages appear to be the byproduct of faster flame speed that is as much as nine times that of gasoline, resulting in more complete combustion of the fuel in the combustion chamber. The amount of soot (semi-burnt hydrocarbons), nitrous oxide, carbon monoxide, and other pollutants is accordingly reduced, while output energy increases, for a greater fuel efficiency and horsepower.

30

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-2-

One way to adopt hydrogen and oxygen as a fuel additive is to store the gases in tanks installed on a vehicle, with hoses connecting the tanks to the engine. However, tank storage of these volatile gases presents a persistent safety hazard, since there is always a risk of gas leak and explosion. It also requires regular trips to a service station for replenishment, which is inconvenient. Further, the prevailing service station network would need to be retrofitted at great cost to supply these gases, which would also require widespread coordination of standards that could unduly delay acceptance of the technology. As a result of these problems with tank storage, various attempts have been made to develop systems in which the gases could be generated on board the vehicle itself, using well-known technologies such as electrolysis, for use by the engine as needed.

An example of such a system is taught in U.S. Patent No. 3,939,806 to Bradley. This system is quite complicated however since it includes a mechanism to generate DC current to power the electrolysis cell. This requires a working fluid such as water or freon and accompanying circulation system, a turbine and DC generator, a hydrogen carburetor and hydrogen storage tank, and several pumps to move the working fluid, water, and hydrogen. Implementing such a complicated system would be costly, require extensive effort to integrate with existing engines, and likely involve significant maintenance due to the many additional components. Further, Bradley does not even address the risk of an explosion, particularly from the hydrogen tank, or provide any means to keep the system running in cold weather, when the water that supplies the electrolysis cell would be frozen.

U.S. Patent No. 5,231,954 to Stowe attempts to provide a simpler electrolysis system for generating hydrogen and oxygen gases on board a vehicle. The device is a single electrolysis chamber or cell that receives power directly from the vehicle battery, and has a gas-out line that connects with the positive crankcase ventilation (PCV) system of the engine. When the engine is running a vacuum is created in the PCV line which is used to draw the gases out of the cell and into the engine. There is also an air intake adjustment valve that is always open to the atmosphere. This valve

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-3-

is adjusted to mix air with the generated gases so as to meet emission control regulations. The operator adds electrolyte concentrate to water in the cell until a reading of 1.5-3.0 amperes is obtained. Thereafter, water is to be added manually to the cell about every 1000 miles. The cell has a friction-fit cap that secures tightly when exposed to the PCV line vacuum, and that loosens when the engine and associated vacuum is turned off. The loose cap is intended to pop off to provide relief from high pressure build-up in the cell when the engine is turned off.

Since the Stowe device receives power directly from the battery, the current level is set by adjusting the electrolyte concentration. The result is a high resistance, low current cell that generates excessive heat, which is problematic. The heat problem is exacerbated by the plastic walls used in the preferred embodiment, since plastic does not conduct heat well, and by the fact that no cooling mechanism is taught.

Further, while the device proposed aims to be simple to install and use, pre-mixing and pre-charging of the electrolyte is awkward, particularly for consumer use. Another complicating feature is that the air intake valve requires adjustment by emission control mechanics. Further, since this valve is always open to the atmosphere, it will likely draw dirty air into the cell. Stowe also teaches that this valve has a dual purpose in that it acts as a safety release valve if cell pressure rises. However it is not clear how an opening sized to meet emission requirements (likely a small opening) will also function effectively in a totally different context as a safety release. Therefore the Stowe device may lack sufficient safety release features to reduce the risk of explosion when there is a rise in pressure.

Yet another issue is that the PCV vacuum line required to operate the device is available with gasoline, but not diesel, internal combustion engines. Further, water replenishment is estimated at about every 1000 miles of driving. While this may be adequate for consumer use, it would require inconveniently frequent replenishment by commercial vehicle drivers who may drive that distance every few days. Therefore, the Stowe device would

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-4-

not be suitable for use by most commercial vehicles, particularly the large diesel trucks which produce a high proportion of pollution.

Another electrolysis device is shown in U.S. Patent No. 4,271,793 to Valdespino. This patent teaches that the battery associated with most vehicle engines does not provide enough current to produce meaningful amounts of hydrogen and oxygen gases, and accordingly requires that a larger or second alternator be installed. However, this arrangement increases the amount of heat generated, which in turn requires installation of a separate water jacket supplied by the vehicle cooling system. These additional components add cost and complicate integration of the device with conventional engines.

The high level of generated heat presents a risk of boil-off of the electrolyte. To deal with this issue Valdespino places a valve in the output gas line to maintain a high cell internal pressure. The preferred pressure range is 50-150 psi, typically 100 psi. However, maintaining such high internal pressure generally increases the risk of an explosion and makes routine re-fill of the electrolyte a more complicated and risky procedure. It also compels the cell walls to be thicker than otherwise, adding to the weight of the cell. The gas output from the cell passes through an accumulator and from there is delivered to the intake manifold of the engine under a vacuum.

Unless these and other practical problems associated with this technology are resolved, the improved efficiency and reduced pollution benefits possible from using hydrogen and oxygen as a fuel additive will fail to be realized.

#### **SUMMARY OF THE INVENTION**

What is required is an electrolysis cell and internal combustion engine kit which overcomes the problems associated with the current devices used to generate hydrogen and oxygen gases as a fuel additive for combustion engines.

Most particularly, the device should produce hydrogen and oxygen gas in sufficient quantity to improve the combustion efficiency of the internal

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-5-

combustion engine to which it is connected. The device should deliver the generated gases effectively and consistently to the engine, so that the benefits of the gases as a fuel additive are realized. Preferably, the device will work with different types of engines, and particularly with turbocharged diesel engines typically used by commercial trucks that are heavy users of fuel. It would be advantageous if it could provide the gas throughout the duration of a trip without disruption, and in any weather condition which the vehicle may be expected to encounter, including both freezing winter and hot summer temperatures.

5 The device should be simple to operate, requiring minimal operator attention and maintenance. Preferably, the device should require little more than an occasional water refill. It would also be advantageous for the device to be constructed from components that are relatively simple and durable, so that breakdowns will be infrequent and servicing straightforward to perform. Yet another advantage would be for the device to be easy to install in a vehicle, without requiring extensive engine modification.

10 In any gas apparatus there is inevitably a risk of blockages developing in the gas circulation system, leading to a rise in pressure and an explosion. Since the device of the present invention is used in motor vehicles that contain highly flammable hydrocarbon fuel and one or more people in close proximity, a gas explosion could cause serious harm and undermine acceptance of an otherwise highly desirable technology. Accordingly, it is important that the device be designed to minimize this risk as much as possible. The device therefore should preferably include venting features to relieve gas pressure before it has a chance to build up to dangerous levels. Further, it would be especially advantageous if in the unlikely event of the venting features failing or of a spark being introduced, the structure of the device itself could contain the ensuing explosion, so that the risk of harm to the vehicle occupants would be measurably reduced.

20 The electrolysis cell of the present invention uses electrodes constructed of expanded nickel to generate gas, and includes a region designated as an electrolytic fog. A fan and condenser help lower the

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-6-

temperature of the gas and reduce moisture. The electrolysis is further enhanced by regulating the power input to the cell. In this way the device of the present invention produces an adequate supply of gas to aid combustion. The device delivers the gas to the engine under pressure, thereby ensuring a constant flow even when the air intake pressure is high due to turbocharger boost. The gases are continuously available, aided by a separate on-board water supply that automatically replenishes the cell when needed. The device contains both heating and cooling features that enable gas to be generated in extreme weather conditions. The only operator maintenance required is to occasionally refill the water supply. Even under commercial driving conditions, only one refill approximately every 3-4 weeks should be sufficient. The cell and kit are made of sturdy and simple components, with no moving parts or complicated electronics, so that breakdowns are infrequent and service costs minimized. Further, the device readily connects with existing engines. Power is received from the vehicle battery, and the output gas hose simply attaches to a standard input at the air intake manifold. The device includes overlapping safety venting features to relieve internal gas pressure if the pressure rises above standard operating levels. Further, the device is built to pressure vessel standards so that in the unlikely event that an explosion occurs, it will be contained and less likely to cause actual harm.

Accordingly, there is provided a system for producing one or more gases for enhancing combustion in an internal combustion engine, said engine having an intake, the system comprising:

- an electrolysis cell, for generating one or more combustion enhancing gases under pressure;
- a gas conduit, for connecting the electrolysis cell to the internal combustion engine; and
- a flow regulator, operatively connected between the electrolysis cell and the intake of the engine, for regulating a flow of said combustion enhancing gases to said engine.

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-7-

**BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS**

Reference will now be made, by way of example only, to preferred embodiments of the invention as illustrated in the attached figures.

5 Figure 1 is a front, cut-away view of the electrolysis cell and internal combustion engine kit of the present invention;

Figure 2 is a front view of the electrolysis cell and internal combustion engine kit of figure 1;

Figure 3 is a perspective view of the electrolysis cell of figures 1 and 2, showing hidden features;

10 Figure 4 is a diagram view of the internal combustion engine kit of the present invention mounted on a vehicle;

Figure 5 is a representative graph of air intake pressure of an internal combustion engine against time;

15 Figure 6 is a front perspective view of the electrolysis cell and internal combustion engine kit of the present invention, including the case enclosure; and

Figure 7 is a diagram view of the external connections of the internal combustion engine kit of the present invention.

20 **DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS**

The present invention is for a system comprising an electrolysis cell and associated kit that generates and delivers a gas that acts as a fuel additive for an internal combustion engine. Electrolysis is a well known process whereby an electrical current is passed through a water-based solution. The current splits the water molecules, releasing hydrogen and oxygen gases which can be directed to the engine. The gases are injected into the engine at the air intake, where they enhance combustion of the hydrocarbon fuel used by the engine.

25 The invention finds particular application with motor vehicles that are powered by internal combustion engines. The invention may be used with a variety of vehicles and fuels, including conventional passenger cars having gasoline engines, commercial trucks that use diesel engines and

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-8-

turbochargers, as well as specialized vehicles such as forklifts or tractors that may be powered by less common fuels such as propane, methane, or natural gas. The preferred embodiment described herein has been configured to meet the particular needs of large vehicles, such as the turbocharged, diesel engine powered commercial tractor-trailer trucks commonly used to move goods over long distances. It will be appreciated by those skilled in the art that the principles of the invention may be applied to other types of vehicles and internal combustion engines without departing from the spirit of the present invention.

5 A broad overview of the apparatus or device of the present invention is shown in Fig. 6. The apparatus is generally indicated with reference numeral 10, and broadly comprises an electrolysis cell or cell 12, a replacement water reservoir or water reservoir 14, a condenser 15, and an electronic controller or electrical box 16 all mounted inside a case 18. The case 18 has a door 17 that opens to permit access to the various components. The water reservoir 14 includes a water input pipe 19 that extends through the top of case 18 for easy access. There is a fan 20 positioned directly underneath the cell 12 on the outside bottom surface of the case 18. The electrical box 16 includes an on/off switch 21, bypass switch 23, a "system operating" light emitting diode (I.e.d.) 25, and a "water low" light emitting diode 27. In the preferred embodiment the two I.e.d.'s are colored green and red respectively, though it can be appreciated that other colors may also be used.

20 The case 18 is preferably constructed from sheet metal, but it can be appreciated that any material that is light, strong, and preferably inexpensive may be adequate. For a large tractor-trailer truck or similar vehicle it has been found that the invention may be housed in a case 18 that is about 12 inches wide by about 24 inches high and 12 inches deep. A case of this size may be conveniently mounted outside the vehicle, such as on the side, beside the fuel tank. It can be appreciated that for this type of vehicle the case 18 should be sufficiently sturdy and well-sealed to provide adequate protection from the elements. It can similarly be appreciated that when

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-9-

applied to smaller vehicles such as passenger cars or light trucks, the invention may be housed in a case 18 that has smaller dimensions and that may be mounted somewhere inside the vehicle such as in the trunk or engine compartment.

5        Figure 7 is a diagram view of the present invention 10 showing the external connections into and out of the case 18. There is a positive lead 22 and a negative lead 24 that directly connect electrically with the respective positive and negative terminals of the vehicle battery (not shown). Similarly, an oil pressure lead 26 is directly connected to the oil pressure switch  
10       provided as a standard feature of internal combustion engines. Solenoid lead 28 is an electrical output line that activates an external solenoid 30, which is mounted external to the case 18. The various electrical inputs 22, 24, and 26, and the electrical output 28 connect to the electrical box 16 inside case 18. The other external connections of the device 10 include the  
15       water input pipe 19 and a gas conduit or gas output hose 31, which connects the cell 12 to the external solenoid 30. Another gas conduit or gas output hose 32 further connects external solenoid 30 with the engine. Gas output hoses 31 and 32 together represent a gas conduit that carries combustion enhancing gas from the cell 12 to an internal combustion engine. Another  
20       gas output hose 35 vents external solenoid 30 to atmosphere.

      Figure 4 shows the invention 10 mounted on the outside of a tractor-trailer type vehicle 11 having an internal combustion engine 13. It can be seen that external solenoid 30 may be conveniently mounted on the frame  
25       of the vehicle 11. The engine 13 has an intake or air intake manifold which receives air for use in the combustion process. Gas output hose 32 may be conveniently attached to the air intake manifold of the engine 13 at a standard plug input precast to receive auxiliary hoses.

      It can now be appreciated how the electrolysis cell and kit of the present invention can be readily installed on a vehicle. All that is required  
30       is to mount the case 18 and external solenoid 30 at a convenient location inside or outside the vehicle, as appropriate for the particular type and size of vehicle. A hose is run from the case 18 to the external solenoid 30 and

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-10-

again from the external solenoid 30 to the intake of vehicle engine 13. Electrical wires are run to the device from the battery and oil pressure switch, and out to the external solenoid 30. No modification of the vehicle engine is required. In contrast with some of the prior art, no additional power sources or cooling systems are required.

Figure 1 is a front cut-away view of the invention 10, showing the main components and in particular illustrating the relative position of water and gas inside the system. It may be seen that water reservoir 14 contains water 33 in a lower part and a gas 34 in an upper part, above the water 33. Similarly the cell 12 contains a liquid solution or electrolytic solution 36 in a lower part and the gas 34 in an upper part, above the electrolytic solution 36. The water 33 is preferably distilled, since the presence of minerals may interfere with the electrolysis process. Gas 34 represents any one or more combustion enhancing gases released by electrolysis, and in the preferred embodiment represents a mix of hydrogen and oxygen gases, and may include hydrogen-oxygen bond pairs as well as isolated gas molecules.

At the bottom of the device 10 there is a lower block 38 which forms a base to support the water reservoir 14 and the cell 12. Lower block 38 is preferably constructed from a solid block of material that has heat insulating properties and that is impervious to the transmission of water 33, gas 34, and electrolytic solution 36. While the material should be strong and durable, it should also preferably be capable of being etched along a surface and drilled or bored through its interior. In this way, surface etchings may be made that facilitate fitting with adjacent components, and internal conduits could be created to allow for circulation of liquid or gas.

It has been found that ultra high molecular weight polyethylene is a suitable material. This type of polyethylene does not absorb liquid or gas, is very dense and strong, and can withstand cracking even in extremely cold temperature such as -40°C. It can be appreciated that other materials with similar characteristics may also be used if they provide adequate results.

In order to support water reservoir 14 and cell 12, lower block 38 in Fig. 1 will preferably have two circular channels etched into its upper surface

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-11-

to form a snug fit with the lower edges of the water reservoir 14 and cell 12, both of which are cylindrical in shape and have circular bottom edges. Lower block 38 is also shown having three internal conduits. There is a conduit 40 connecting the water reservoir 14 to an external faucet 42, passing through an external valve or tap 44. Water 33 stored in the water reservoir 14 naturally fills the conduit 40 and stops at tap 44 when tap 44 is closed. When tap 44 is opened water 33 from the water reservoir 14 will drain out of the unit through the faucet 42. There is a similar conduit 46 connecting the cell 12 to a plug 48. To facilitate service of the unit, electrolytic solution 36 may be conveniently drained from the cell 12 by removing plug 48.

An inlet or water conduit 50 connects the bottom of water reservoir 14 to the bottom of cell 12 through a check valve 52. The check valve 52 is a commonly used hydraulic component that passes fluid in one direction but acts as a check to prevent flow in the reverse direction. In this case, check valve 52 is configured to pass water from the water reservoir 14 to the cell 12 and to prevent backflow of electrolytic solution 36 from the cell 12 to the water reservoir 14. The check valve also has a pre-set pressure rating so that fluid can flow in the forward direction only when the pressure across the valve exceeds the rated value. As will be discussed in greater detail below, check valve 52 is preferably set at 6 lbs. Therefore water 33 will flow from the water reservoir 14 to the cell 12 when the pressure of the water 33 and gas 34 in the water reservoir 14 exceeds the pressure of electrolytic solution 36 and gas 34 in the cell 12 by more than six pounds.

It can be appreciated that a different pattern of etchings or arrangement of internal conduits might also be acceptable, so long as the lower block 38 or similar device fulfills the function of securing the cell 12 and water reservoir 14, and providing for the desired flow of water 33 and electrolytic solution 36.

The water reservoir 14 in the preferred embodiment of the invention is a stainless steel cylinder about 14 1/2" high and 4 1/8" in diameter, with a capacity of about 3.25 litres. It is preferred that the water reservoir 14 be

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-12-

constructed from a material that is strong and heat conducting. Accordingly, other materials besides stainless steel that possess these characteristics may also be used. It can be appreciated that the dimensions, shape, and capacity of water reservoir 14 may be varied to accommodate different configurations of the invention as appropriate. In particular, increasing or decreasing the volume or capacity of water reservoir 14 will increase or decrease respectively the time period that the device 10 may be operated between operator initiated refills of water reservoir 14.

Water reservoir 14 is bounded at its top by an upper block 54, which is preferably made of the same material and possessed of the same characteristics as the lower block 38 described earlier. Accordingly, upper block 54 may have a circular channel etched into its bottom surface to form a snug fit with the circular upper edge of water reservoir 14. Upper block 54 also is shown having three internal conduits. There is a conduit 56 that connects the water reservoir 14 with water input pipe 19. A removable cap 29 fitted at the top of water input pipe 19 keeps gas 34 from escaping to the atmosphere. Cap 29 is preferably made of stainless steel with a rubber seal, and may be removed to pour water through water input pipe 19, to refill water reservoir 14. To prevent tampering, a lock mechanism (not shown) should preferably be attached to cap 29 or otherwise fitted to the open top end of water input pipe 19.

A conduit 58 allows for passage of gas 34 to a rupture disk 60 attached to the side wall of upper block 54. The rupture disk 60 is a mechanical element sensitive to the pressure of the gas 34, and is structured to physically rupture or break when the pressure of gas 34 rises above a pre-set value or predetermined safety release pressure. Upon rupturing, gas 34 will vent from the interior of water reservoir 14 through the opening in rupture disk 60 to the atmosphere, causing the pressure inside water reservoir 14 to rapidly decrease to atmospheric pressure. In the preferred embodiment of the invention the rupture disk 60 is selected to rupture at a predetermined safety release pressure of 60 lbs. A reed switch (not shown) is preferably attached to rupture disk 60. The reed switch

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-13-

triggers and sends a signal to the electrical box 16 when the rupture disk 60 ruptures, thereby alerting the system that the unit has been depressurized.

Another conduit 61 in the upper block 54 connects the gas 34 to a hose 62 which connects with a manifold 64, shown in dotted outline in Fig.

5 1.

Inside the water reservoir 14 there is a fluid level detector 66 mounted at a top end to the bottom surface of upper block 54. The fluid level detector 66 includes a shaft 68, a stop 70, and a float 72 that slides along the shaft 68. There is also a reed switch (not shown) located inside the shaft 68 at a position designated as maximum fill level, represented as dotted line 74. When water is poured into water input pipe 19 the level of water 33 will rise above the stop 70 and cause float 72 to rise from its rest position at the stop 70. When float 72 further rises to the maximum fill level 74, float 72 will engage the reed switch, causing a signal to be sent that activates a buzzer (not shown) that alerts the operator to stop filling the water reservoir 14. The maximum fill level 74 is purposely set some distance below the upper block 54 so that there will be room to accommodate the expansion of water 33 if it freezes and becomes ice, which will occur if the unit is left turned off for an extended period of time in freezing temperature. In the preferred embodiment, this distance is approximately 1.5 inches from the top. It can be appreciated that other means besides a fluid level detector may also be used, as long as it functions to alert the operator to stop refilling the water reservoir 14 at the maximum fill level 74.

Turning now to the electrolysis cell 12, there is above the cell 12 a separator block 76, the condenser 15, and an upper block 78. Overall, the height from the base of cell 12 to the top of condenser 15 is about 14 1/2", approximately the same height as water reservoir 14. Cell 12 and condenser 15 are both cylinders having a diameter about 4 1/4", approximately the same as the diameter of the water reservoir 14. The height of cell 12 alone is preferably between 8 and 12 inches, and in the preferred embodiment is 10 inches. It can be appreciated that these

30

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-14-

dimensions may vary to accommodate different configurations of the invention as appropriate.

Electrolysis cell 12 contains two electrodes instrumental to the electrolysis process, a cathode electrode or cathode 80, and an anode electrode or anode 82. Also shown is a tensioner 84. As will be shown in more detail below, tensioner 84 is used to maintain an electrical connection between two parts of the cathode 80.

Inside cell 12 there is a float sensor or fluid level detector 88 to detect the level of electrolytic solution 36 in cell 12. This element is fixed in place through its connection at a top end to the bottom surface of separator block 76. Fluid level detector 88 has three floats - a top or safety float 90, a middle or fill float 92, and a re-fill or low float 94. There is a stop 96 between the safety float 90 and fill float 92, a stop 98 between the fill float 92 and the low float 94, and a stop 99 at the bottom of the shaft of level detector 88. Each float is slidable along a portion of the shaft of level detector 88 defined by the closest higher and lower stops. There are also four reed switches (not shown) embedded in the shaft of fluid level detector 88: a first reed switch located near the top of the shaft at a predetermined high point that is activated by safety float 90, a second reed switch located under stop 96 at a predetermined fill point that is activated by fill float 92, and a third reed switch located under stop 98 at a predetermined re-fill point and a fourth reed switch located closer to stop 99 at a predetermined low point, both of which are activated by the re-fill or low float 94.

The body or cylinder of cell 12 defines an interior space that primarily contains electrolytic solution 36, above which there is gas 34. The liquid solution or electrolytic solution 36 is preferably a liquid mixture of potassium hydroxide (KOH) in distilled water. The preferred concentration is 33% KOH by volume, though it can be appreciated that other concentrations may also be acceptable if they produce adequate results. It is preferred that electrolytic solution 36 not include any anti-foaming agents, since this substance could migrate to the electrodes and interfere with electrolysis.

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-15-

Once the electrolytic solution 36 is mixed the water component requires regular replenishment but the KOH generally only needs replenishment after about 3 years of normal use. It is preferred that the electrolytic solution 36 be initially supplied with the kit of the present invention, and that the KOH component thereafter be replenished only by qualified service personnel. It is preferred that access to KOH be restricted to qualified service personnel because KOH is a caustic material that can cause accidental harm if mishandled by individuals not familiar with its use, and because accurate apportion of the KOH is important to obtain efficient electrolysis. As will be discussed in greater detail, the water component of electrolytic solution 36 is replenished regularly and automatically from the water reservoir 14.

Fig. 3 shows the cathode 80 and anode 82 in more detail. From this view it can be seen that the cathode 80 comprises two parts, an outer shell 100 and an inner mesh 102. As may be seen from the figure, outer shell 100, inner mesh 102, and the anode 82 are all cylindrical in shape, have the same or approximately the same height, and are of approximately the same width. The height of each electrode is about 10 inches. The outer shell 100 is about 4 1/4 inches in diameter with the inner mesh 102 and anode 82 each being progressively slightly smaller in diameter so as to fit within outer shell 100. The anode 82 is physically spaced apart and electrically insulated from the cathode 80, or more particularly, from the inner mesh 102, by spacers 104 shown in dotted line in Fig. 3. In the preferred embodiment the spacers 104 comprise two rings that encircle the anode 82 and are each approximately 1/16 inch thick. The spacers 104 keep the anode 82 and cathode 80 safely apart, but close enough to permit electrolysis to proceed productively. The preferred material for the spacers 104 is plastic, since plastic is electrically insulating, durable, and resistant to degradation by KOH, but it can be appreciated that other materials with similar characteristics would also be acceptable. As well, the spacers 104 may be formed using a different number of rings or have a different structure than

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-16-

a ring as long as the function of keeping the cathode 80 and anode 82 safely apart is fulfilled.

By virtue of their similar diameters, the outer cylindrical surface of inner mesh 102 essentially makes contact all along its surface with the inner cylindrical surface of outer shell 100, in effect forming cathode 80 as a single physical unit. To further ensure electrical contact, tensioner 84 is placed inside the anode 82 just behind one of the spacers 104. In that position tensioner 84 exerts an outward pressure against the anode 82 and spacer 104, causing spacer 104 to firmly press inner mesh 102 into outer shell 100 at two points of contact 105. Tensioner 84 is preferably a threaded nickel rod with nylon bushings at each end. The bushings may be threaded along the rod to reach an appropriate position for maintaining the desired outward pressure.

Both the cathode 80 and anode 82 should be conductors or made of conductive material such as metal, since electrical conduction through these elements is necessary to effect the electrolysis process. Since cathode 80 comprises two parts, an embodiment in which the inner mesh 102 is a conductor and outer shell 100 is not may also be acceptable. Preferably the electrodes are made from a pure form of a noble metal such as nickel, platinum, palladium, rhodium, or titanium. Noble metals have the benefit of not reacting with KOH, and the facility to enhance electrolysis by lending electrons to enhance current flow through electrolytic solution 36. A pure noble metal rather than an amalgam with a non-noble metal is desirable because a non-noble metal may react with KOH and plate or corrode the electrodes. In the preferred embodiment of the invention nickel having a purity level designated as "nickel 200" has been found to provide adequate results. An advantage of nickel is that it possesses a cubic-faced center molecular structure which has many reflective edges. It is well known that gas production from electrolysis is enhanced in proportion to the number of edges on the electrodes. Other benefits of nickel are that it is inherently strong, so that the cathode and anode can be made rigid and durable, and that it is generally lower in cost than some of the other noble metals. It can

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-17-

be appreciated that other noble metals or other metals that generate acceptable amounts of hydrogen would also be adequate.

5 In the preferred embodiment the outer shell 100 is comprised of schedule 10 seamless nickel pipe. By contrast at least one, and preferably both of the inner mesh 102 and anode 82 are constructed from an expanded metal, preferably nickel. An expanded metal has slits cut on its surface, and is then pulled or stretched from opposite ends so that the metal thins and a regular pattern of holes 103 break out along the surface. Opposite ends of the expanded metal piece can then be joined or folded along an edge to form a cylinder. As may be seen in Fig. 3, the holes 103 tend to be diamond-shaped and create numerous additional edges.

10 The degree to which the expanded metal is stretched or expanded is expressed as a percentage of open surface area relative to total surface area. Therefore, a metal designated as 50% expanded has openings or holes over 50% of the surface and metal over the other 50% of the surface. There is usually a tradeoff in that a higher degree of expansion creates more edges, which is desirable, but also results in thinner metal which is weaker and generates more heat. In the preferred embodiment it has been found that nickel expanded to a maximum of 50% produces adequate results. However it can be appreciated that as newer metallurgical techniques are developed, adequate results may also be available from nickel or other metals that are expanded by more than 50%.

20 The benefits of designing the cathode 80 into two parts can now be appreciated. The outer shell 100 forms the case of the cell 12. This is beneficially a seamless solid pipe in order to keep the electrolytic solution 36 from leaking out of the cell 12, and to prevent outside impurities from entering the cell interior. At the same time, the inner mesh 102 forms the interior surface of the cathode 80 and provides the electrolysis benefit of having numerous edges due to its construction from expanded metal. As noted the anode 82 is preferably also constructed from expanded metal. It can therefore be appreciated that the electrolysis cell 12 of the present invention contains numerous edges due to construction of both electrodes

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-18-

from expanded metal, as well as the use of a noble metal such as nickel that has a cubic-faced center molecular structure.

It can also be appreciated that the positions of the cathode 80 and anode 82 could be reversed, with the anode 82 becoming the outer electrode having an outer shell 100 and inner mesh 102, and the cathode 80 becoming the inner electrode, without any effect on the efficiency of the cell 12. In practical terms this can be accomplished merely by switching the electrical inputs to the electrode terminals. Similarly, different electrode architectures other than two cylinders in close engagement could also be employed if they give adequate results.

Returning to Fig. 1, it can be seen that the cathode 80 and anode 82 extend the full height of the cell 12, which is 10 inches in the preferred embodiment. It can be appreciated that the electrodes may be made less than the full height of the cell 12 if desired. The electrolytic solution 36 fills a lower part of the cell 12 to a level less than the height of the electrodes, and the gas 34 occupies an upper part or space above the electrolytic solution 36. That part of the cell 12 occupied by the gas 34 and that is above the electrolytic solution 36 is designated as a gas space for an electrolytic fog 106. In the preferred embodiment the level of the electrolytic solution 36 is about 8 inches and the gas space 106 is therefore about 2 inches high. As will be seen, during operation of the cell 12 these levels may change to about 6 inches and 4 inches respectively, as the level of electrolytic solution 36 drops and is then replenished with water 33. In general it is considered desirable that there be a minimum gas space of between ½ inch and 3 inches, preferably at least 1 inch, and most preferably 2 inches above electrolytic solution 36.

This gas space 106 provides room or clearance for the electrolytic solution 36 to slosh about when the vehicle goes up a grade or passes over bumps without triggering the "high water" alarm, discussed below. It has also been found that designing the cell 12 so that the cathode 80 and anode 82 extend above the electrolytic solution 36 to form a gas space 106 has provided adequate results. It can be appreciated that the gas space or

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-19-

electrolytic fog 106 of the present invention is quite different from much of the prior art, in which the electrodes are generally kept completely submerged within the liquid solution.

5 The floats and reed switches in fluid level detector 88 provide information on the level of electrolytic solution 36 in the cell. As electrolytic solution 36 fills the cell 12, the low float 94 rises until it is stopped by stop 98, and the fill float 92 rises until it is stopped by stop 96. As it rises, fill float 92 activates the second reed switch, which alerts the system to stop filling water into cell 12. This is the full position of cell 12, and is the condition  
10 represented in Fig. 1 where low float 94 and fill float 92 may be seen at the top of their range of travel, and safety float 90 is at the bottom of its range, resting on stop 96. In this full position the gas space 106 is about 2 inches high, and the electrolytic solution 36 is therefore about 8 inches high.

15 If water continues to fill the cell 12 safety float 90 will rise. If safety float 90 keeps rising to the point where it triggers the first reed switch, a "high water" alarm or signal will be sent to electrical box 16, shutting down the unit. This safety measure is provided to minimize the risk of the level of electrolytic solution 36 continuing to rise and possibly getting into the engine 13, where the KOH could prove harmful to the engine 13.

20 It can also be appreciated that when 11 vehicle climbs a grade or passes over bumps, the resultant sloshing about of electrolytic solution 36 may cause safety float 90 to rise. Since it is not desired for this type of activity to trigger a "high water" alarm, fluid level indicator 88 is preferably mounted in the center of the upper surface of cell 12. This arrangement  
25 may help avoid false alarms because when the vehicle climbs a grade the rise in liquid level is more likely to be observed towards the periphery of cell 12 rather than at the center.

As the cell 12 continues in operation the level of electrolytic solution 36 drops, causing fill float 92 to drop until it comes to rest at stop 98, followed by low float 94 dropping and eventually triggering the third reed  
30 switch. Upon this event a signal will be sent calling for a refill. As will be discussed in greater detail, a refill involves water 33 from the water reservoir

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-20-

14 entering the cell 12 through inlet or water conduit 50 until fill float 92 rises to trigger the second reed switch.

5 In the event that refill does not occur, the level of electrolytic solution 36 will continue to drop until the fourth reed switch is activated by low float 94, which will trigger a "water low" signal shutting down the unit. This event will also turn on the red "water low" l.e.d. 27 on the electrical box 16, providing a visual indication to the vehicle operator that unit 10 has stopped operating due to a "water low" condition. The unit is shut down upon this condition being reached because at too low a level the concentration of KOH

10 in electrolytic solution 36 becomes disproportionately high, which could in turn lead to the generation of an unacceptable amount of heat. As described further below, under this condition the unit may be brought back online by the operator performing a manual refill.

15 It can be appreciated that fluid level detector 88 provides the feedback necessary to keep the level of electrolytic solution 36 within a safe and efficient working range, including shutting down the system when the level gets either too high or too low.

20 The separator block 76 fits on top of cell 12, and is preferably a polyethylene block similar to lower block 38 discussed earlier. Accordingly, circular channels are preferably etched into the upper and lower surfaces of separator block 76, to form a snug fit with the cylindrical edges of condenser 15 and cell 12, respectively. Separator block 76 has an internal conduit 108 that acts as an outlet to receive gas 34 produced in cell 12, allowing gas 34 to rise from the electrolytic fog 106 to the condenser 15. Conduit 108 should

25 be wide enough to allow gas 34 to flow without undue restriction, but also narrow enough so that separator block 76 functions as a heat insulator between the cell 12 and condenser 15. In the preferred embodiment adequate results have been obtained for the conduit 108 having a diameter of about 1/2 inch.

30 The condenser 15 is a seamless stainless steel cylinder about 3 1/2 inches in height and 4 inches diameter. Due to the physical separation provided by the separator block 76, condenser 15 thermally isolates gas 34

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-21-

in its interior, keeping it approximately 10 °C cooler than the gas 34 in the electrolytic fog 106 of cell 12. The effect of the temperature differential is that much of the moisture being carried by gas 34 will condense and form water droplets on the interior walls of the condenser 15. These droplets will  
5 tend to drip down through conduit 108 back into the electrolytic solution 36 in the cell 12. It can be appreciated that a different material may also be used to construct condenser 15 provided that, like stainless steel, it has a surface conducive to condensing water vapour and is preferably a heat conductor.

10 At the top of cell 12 is the upper block 78, which is another polyethylene block similar to those discussed earlier. As before, the lower surface of upper block 78 will preferably be etched with a circular channel to fit the cylindrical upper edge of condenser 15. Upper block 78 has a conduit 110 leading to a pressure switch 112, which is a pressure sensor set  
15 to trigger at a predetermined safety release pressure of 35 lbs in the preferred embodiment. There is an anode terminal 114 in the form of a threaded, solid nickel rod. As seen in Fig. 1, anode terminal 114 extends from above the top surface of upper block 78 down through the condenser 15 and separator block 76 to the anode 82, with which it makes contact.  
20 Further in upper block 78 there is a conduit 116 connected to a hose 118 which carries gas 34 directly into manifold 64. There is also a conduit 120 which carries gas 34 into manifold 64 through a hose 122 and a flow regulator 124. The flow regulator 124 is operatively connected between the cell 12 and the intake of engine 13, and regulates the flow of gas 34 from  
25 cell 12 to engine 13 according to the pressure at the air intake of engine 13. In the preferred embodiment, the flow regulator is a pressure release valve in the form of a check valve 124 set at 20 lbs pressure. As shown in Fig. 1, check valve 124 is preferably mounted on the outside of manifold 64 at the entry point of hose 122.

30 The check valve 124 is set to release gas 34 to the engine 13 upon the gas 34 reaching and just exceeding a release pressure, or 20 lbs in the preferred embodiment. As will be discussed, this pressure is towards an

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-22-

upper end of an operating range of pressures at the air intake of engine 13. It can be appreciated that other types of flow regulators than pressure release valves may also be used as long as they can suitably regulate the flow of gas 34 to the engine 13.

5           Turning now to manifold 64, an internal conduit 126 is shown to provide a functional representation of the circulation of gas 34 through the manifold 64. Internal conduit 126 connects with hose 62 coming from water reservoir 14, hose 118 coming from cell 12, hose 122 coming from cell 12 through check valve 124, and with gas output hose 31 which goes to  
10           external solenoid 30. It may be noted that internal conduit 126 makes possible a gas connection conduit connecting gas 34 from cell 12 to water reservoir 14 through hoses 118 and 62.

          Manifold 64 also has a safety release valve or safety solenoid 128 and a fill solenoid 130 that independently and in parallel open or close  
15           access between internal conduit 126 and gas output hose 31. Similarly, there is a water reservoir solenoid 132 that opens or closes access between hose 62 coming from the water reservoir 14 and hose 118 going to cell 12. In Fig. 1 solenoids 128, 130, and 132 are represented for illustration purposes as valves, since functionally their effect is to open or close a path  
20           for the gas 34 to flow within internal conduit 126. It can also be seen from the figure that manifold 64 contains a pressure switch 134, pre-set at 11 lbs, and a pressure switch 136, which is a pressure sensor pre-set at a predetermined safety release pressure of 40 lbs.

          It may be seen from Fig. 1 that pressure switches 134 and 136 are  
25           directly connected to hose 62 carrying gas 34 from water reservoir 14. Therefore, while in the preferred embodiment these pressure switches are mounted on manifold 64 for convenience, functionally they respond to the pressure of gas 34 in water reservoir 14 and are unaffected by the setting of water reservoir solenoid 132. Similarly, while hose 122 carries gas from  
30           the cell 12 through check valve 124 to the manifold 64, as shown in Fig. 1, the output past check valve 124 is otherwise connected directly to gas

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-23-

output hose 31, and is unaffected by the setting of exhaust solenoid 128 or fill solenoid 130.

5 In Fig. 1, the internal configuration of manifold 64 is represented in functional terms for clarity of illustration, and does not necessarily represent the actual internal mechanism of manifold 64. It can be appreciated that a person skilled in the art should be able to readily construct a functionally equivalent manifold based on the components and functional descriptions provided. In the preferred embodiment of the invention it has been found that solenoids specially constructed to control the passage of hydrogen,  
10 manufactured by the Burkert Company of Germany, provide adequate results.

Figure 1 further shows gas output hose 31 connected to external solenoid 30. External solenoid 30 is a switchable valve in the form of a three-way solenoid that has at least two positions. External solenoid 30 can  
15 be set to connect gas output hose 31 to either the engine 13 through gas output hose 32 and a check valve 138 in one position, or to vent to the atmosphere through gas output hose 35 and a check valve 139 in another position. Check valves 138 and 139 are each set at 1/10 lb, and serve primarily to prevent any outside air from entering and possibly contaminating the cell 12. External solenoid 30 is set as appropriate by the electrical box  
20 16 through the connection provided by solenoid lead 28. Generally, external solenoid 30 will be set to connect to the engine 13 through gas output hose 32 when the device 10 of the present invention is operating and generating gas 34, and will be set to vent to the atmosphere through gas output hose  
25 35 when the device 10 is being shut down, and it is desired to purge gas from the system. As noted, gas output hose 32 may be conveniently attached to the intake manifold of the engine at a plug input precast to receive auxiliary hoses.

30 In the preferred embodiment of the invention gas output hose 31 and gas output hose 32 have a diameter of about 3/8 inch. It is preferred that the diameters of the other hoses in the system such as hoses 62, 118, and 122, as well as the various internal conduits also be approximately 3/8 inch

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-24-

to facilitate convenient coupling between components. It can be appreciated that other embodiments of the invention may use hoses having a different diameter, that may be more appropriate for systems operating at different gas pressure or production levels.

5 Figure 2 shows the elements of the device 10 of the present invention from the same front view as that shown in the functional cut-away view of Fig. 1. The water reservoir 14, electrolysis cell 12, polyethylene blocks 38, 54, 76, and 78, manifold 64, and various hoses connected to the manifold 64 that were described above may be seen. Figure 2 also shows a case  
10 clamp 143 attached to the water reservoir 14, and case clamps 145 and 147 attached to the cell 12. These three case clamps securely hold the water reservoir 14 or cell 12 to which they are attached to the case 18. Electrically, the connection of cathode 80 through case clamps 145 and 147 to the case 18, which in turn is attached to the body of the vehicle, means that the  
15 cathode 80 will acquire the "negative ground" that is standard for most vehicles.

Fig. 2 also shows two power conditioning means or power supplies 144 attached by case clamp 143 to the side of water reservoir 14. The power supplies 144 are standard 10-16 volt type, DC to DC converters  
20 that step-up current and step-down voltage. Each power supply 144 receives approximately 6.9 amperes of current at 11.1 volts from the electrical box 16, and outputs a stepped-up current of approximately 23.9 amperes by stepped-down voltage of 2.4 volts to the electrodes of cell 12. The electrical input to the cathode 80 is made at case clamp 145, and to the  
25 anode 82 at anode terminal 114. Since case clamp 145, and therefore cathode 80, is held at the vehicle's electrical ground, power to the electrodes is essentially provided at the anode 82. It can also be appreciated that while the current and voltage output of power supplies 144 provide adequate results, other embodiments of the invention may obtain adequate results  
30 from different current and voltage configurations.

The water reservoir 14 as noted is preferably constructed of a strong, heat conducting material such as stainless steel. In the preferred

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-25-

embodiment the water reservoir 14 receives two coats of an insulating spray made from a ceramic compound, such as the type manufactured by Envirotrol, Inc. of California, U.S.A. The spray distributes a layer of insulation approximately 26/1000 of an inch thick over the exterior surface of the water reservoir 14. The insulation provided by this material has been found to provide an adequate degree of heat retention. The entire surface of water reservoir 14 is sprayed except for a vertical strip 142 about ½ inch wide which is left as exposed metal.

In addition to providing electrical power to run the cell 12, the power supplies 144 also serve a dual purpose of acting as a heater for water reservoir 14. This is accomplished by mounting the two power supplies 144 on water reservoir 14 so that a portion of their metal surface contacts the exposed metal strip 142. In this way the heat naturally generated by power supplies 144 is transmitted to the stainless steel surface of water reservoir 14. The insulation that otherwise covers the surface of water reservoir 14 helps retain the transmitted heat inside water reservoir 14.

The benefit of this arrangement of power supplies 144 is that it provides heat to melt ice that may form inside water reservoir 14 when the vehicle is left turned off for an extended period in freezing weather. The ice must be melted to free up water 33 so it is available when needed to refill electrolytic solution 36 in cell 12. The heat provided by power supplies 144 provides adequate results in this respect. In the most extreme case, where the water level inside water reservoir 14 is at the maximum fill level 74 and freezes into a solid block of ice, the heat from power supplies 144 in the preferred embodiment has been found to melt the block of ice and restore the water 33 to liquid form in a reservoir melting time of approximately two hours.

Figure 2 also shows a metal jacket or heat blanket 146 on the outside surface of the cathode 80 of electrolysis cell 12. The heat blanket 146 is a stainless steel sheet with an internal filament of conducting wire. When current is applied to the wire, heat from the wire is transmitted to the metal jacket, which distributes the heat over the wider area. The heat blanket 146

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-26-

is provided to warm up the cell 12 in extremely cold weather. While the electrolytic solution 36 has a lower freezing temperature than the freezing point of water and does not actually freeze solid in such weather, it does tend to thicken to some extent. It has been found that when electrolysis is attempted in these circumstances the current demand required to effect electrolysis increases measurably. This current demand imposes a significant drain on the vehicle's electrical system, and may damage the regulator inside the alternator.

In order to avoid the risk of damage to the alternator, in the preferred embodiment of the invention whenever the temperature of the cell 12 is less than a predetermined cold temperature of  $-10^{\circ}\text{C}$  at start-up, output power from electrical box 16 is directed to the heat blanket 146 rather than to the power supplies 144. The heat blanket 146 is designed to draw the same power as cell 12, so there will be no inordinate drain on the vehicle's electrical system. After the unit has operated for some time and the temperature of cell 12 rises above  $-10^{\circ}\text{C}$ , the current from electrical box 16 is redirected to the power supplies 144 and electrolysis can begin. It has been found that in the preferred embodiment, a start-up at  $-40^{\circ}\text{C}$  takes about 45 minutes to reach  $-10^{\circ}\text{C}$ . Since electrolysis is an exothermic reaction which puts heat into the electrolytic solution 36, for the duration of the time that the vehicle 11 is running and the device 10 is operating the temperature of cell 12 should continue to rise and not fall below  $-10^{\circ}\text{C}$ . Therefore if the heat blanket 146 is needed, it will generally only be at the beginning of a trip and for a limited time.

Temperature detection in selected locations is obtained through the use of temperature sensors, preferably in the form of thermodiscs. These devices contain a snap-action bimetal disc that can open or close an electrical connection upon a pre-set temperature being reached. They will re-set, that is return to closed if open, or return to open if closed, upon the temperature reverting back to the other side of the pre-set value. It has been found that the sensors manufactured by Elmwood Sensors of Rhode Island, U.S.A. for this purpose produce adequate results.

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-27-

The thermodiscs are placed in the location where temperature detection is desired, and are connected electrically in the circuit of the device being monitored. There are three thermodiscs shown in the preferred embodiment of Fig. 2. Thermodisc 148 attaches to lower block 38 in order to monitor the ambient temperature around fan 20, and is accordingly connected electrically in the same circuit as fan 20. This thermodisc has a set temperature of 15 °C, and will open the circuit driving fan 20, thereby stopping rotation of the fan, when the detected temperature drops below 15 °C. In cool weather the additional cooling provided by fan 20 is generally not needed.

Thermodisc 150 attaches to outer shell 100 in order to monitor the temperature of cell 12, and is placed in the circuit driving the heat blanket 146. Its set temperature is -10 °C. Accordingly, when the detected temperature drops below -10 °C thermodisc 150 closes, thereby directing current into heat blanket 146. When the temperature rises above the set point, thermodisc 150 opens and current is redirected to the power supplies 144 that supply the electrodes of cell 12.

Thermodisc 152 attaches to separator block 76 in order to monitor the overall ambient temperature, and is electrically connected in the main circuit containing oil pressure lead 26. This thermodisc is set to 80 °C, and will open and thereby shut down the device 10 upon a general ambient temperature of 80 °C being reached inside the case 18. The temperature of 80 °C is selected for system shutdown because at this high temperature the electrical components may cease to function properly and the polyethylene blocks may even change shape.

Figure 2 also shows threaded rods 154 and nuts 156 connecting the lower block 38 with upper blocks 54 and 78, and with separator block 76 of the cell 12. Since Fig. 2 shows one side of the unit 10, it can be appreciated that the water reservoir 14 and cell 12 each have four threaded rods 154, two on each side. The threaded rods 154, nuts 156, and other associated hardware not shown such as flat washers and flanges are used to securely and tightly hold together the elements of the water reservoir 14 and cell 12.

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-28-

In the preferred embodiment of the invention the specifications governing the threaded rods 154 and other such hardware have been designed to conform to the American Society of Mechanical Engineers standard number B31.1 for pressure vessels. The apparatus 10 of the present invention is a pressure vessel since it is a container that encloses a gas under pressure.

5 This professional engineering standard specifies the various design parameters that affect the ability of the pressure vessel or container to withstand an internal buildup of pressure and an explosion. This includes the use of threaded stainless steel rods 154 and their positioning at corners of the vessel, the use of flat washers under each nut 156, lock washers to withstand vibration, and other factors such as the type and number of components, their tensile strength, and weld integrity. This is a fairly rigorous standard, and is generally applied for pressure vessels that are over 10 6 inches in diameter and that operate at about 30 pounds pressure. Since the present invention has a diameter of about 4 inches and operates at a pressure less than 30 lbs, it can be appreciated that use of this pressure vessel standard provides an added measure of safety. According to the standard, the threaded rods 154 should be able to withstand 14,000 lbs of pressure before coming apart.

20 By way of comparison, as was noted above the apparatus of the present invention already includes safety venting features that release pressure at much lower levels of 35, 40, and 60 lbs. Further, the individual components of the invention 10 also have pressure ratings. The hoses such as gas output hoses 31 and 32, and hoses 62 and 118 are rated at about 25 120 lbs, the polyethylene blocks 38, 54, 76, and 78 are rated at about 6,000 lbs, the stainless steel cylinders of the condenser 15 and water reservoir 14 are rated at about 14,000 lbs, and the nickel cell 12 is rated to withstand about 10,000 lbs.

30 An explosion might occur in the device 10 if a spark is introduced, or possibly due to internal compression if the pressure inside cell 12 should somehow rise to the range of a few hundred lbs. In view of the much higher pressure ratings of the materials and the pressure vessel standards of

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-29-

construction, such an explosion would likely be completely contained internally and would not lead to any external damage or harm.

5 The electrical box 16 as noted connects with positive lead 22 and negative lead 24 directly from the vehicle battery, oil pressure lead 26 directly from the oil pressure switch, and has an electrical output 28 to external solenoid 30. There are other electrical connections, not shown, between the electrical box 16 and the cell 12, such as a power out line carrying power to the power supplies 144, as well as lines connecting with the various pressure switches, fluid level detectors, and rupture disk 60.

10 The power received from the battery on positive lead 22 and negative lead 24 is approximately 12-13 volts at 15 amperes, or 195 watts. The power out line carries approximately 11.1 volts at 6.9 amps or 76 watts to each power supply 144, for a total of about 152 watts. Each of the power supplies 144 output 2.4 volts at 23.9 amperes for a total of about 57 watts, or 114 watts total. It can be appreciated that these power figures may vary as appropriate for other embodiments of the present invention.

20 The internal components of electrical box 16 include a single large solenoid used to start up the cell 12, and several relays and fuses, all operating at vehicle standard 12 volts. When the vehicle engine is started, oil pressure lead 26 triggers a relay which activates the large solenoid, connecting the power input from the battery to the line out to the power supplies 144. For the operator's convenience, the outside of electrical box 16 includes on/off switch 21, bypass switch 23, the green "system operating" l.e.d. 25, and the red "water low" l.e.d. 27. Electric box 16 of the preferred embodiment also contains an hour-metre, which records the duration of time that the unit 10 is operating.

30 It can accordingly be appreciated that the device 10 of the present invention presents a very clean and simple interface with the vehicle operator. The device operates automatically and does not require any active intervention by the operator while he or she is operating the vehicle. Accordingly, there is no need for an operator panel anywhere inside the vehicle. The operator can turn the device 10 on or off using on/off switch 21,

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-30-

or use the bypass switch 23 to perform a manual refill, as described below. When lit, the green l.e.d. 25 provides reassuring feedback that the device 10 is operating correctly. Otherwise, when this l.e.d. is out it is an indication that the device 10 is not operating and there is no electrolysis. The red l.e.d. 27 when lit indicates a "water low" situation, alerting the operator to refill the water reservoir 14 and initiate a manual refill.

It can further be appreciated that the durability of the unit 10 is enhanced by its construction from durable materials such as nickel, stainless steel, and ultra high molecular weight polyethylene blocks. The electrical components are simple and reliable analog devices such as solenoids, relays, and fuses, operating at the industry standard 12 volts. There are no digital electronic or programmable components in the present invention, because such components would add complexity and cost, and may be more likely to break down due to temperature sensitivity or programming errors. Further, there are no moving parts in the cell 12 and kit of the present invention. Accordingly, it can be appreciated that the present invention is well suited to operate reliably for extended periods, particularly in the hostile road environment where service technicians are generally unavailable. When servicing is required, the simple design of the device 10 should allow repair and maintenance procedures to be relatively straightforward.

The operation of the present invention can now be described. Initially, when the vehicle 11 is parked and the engine 13 is turned off, there is no power to the cell 12, no electrolysis, and no gas 34 or gas pressure present in the system. When the vehicle operator turns the key to start the engine, the oil pressure switch of the vehicle is activated, typically as a 12 volt signal. This simultaneously raises oil pressure lead 26 from zero to 12 volts, which trips a low current relay that in turn closes the large solenoid inside electrical box 16.

At start-up, prior to directing power to the power supplies 144, the circuits inside the electrical box 16 automatically check the various pre-conditions to safe operation of the device 10. Since the electronics are

analog, this preliminary check occurs essentially instantaneously, and consists of detecting either the presence or absence of signals associated with each particular pre-condition. The signals to be monitored therefore include those associated with: thermodisc 152 on separator block 76, to confirm that the unit is not already at a high temperature above 80 °C, the first reed switch triggered by safety float 90 and the fourth reed switch triggered by low float 94 in cell 12, to confirm that the level of electrolytic solution 36 is neither too high or too low respectively, pressure switch 136, to confirm that the system is not already pressurized above 40 lbs, and the reed switch associated with rupture disk 60, to confirm that the rupture disk 60 has not ruptured. If any of these conditions are confirmed as having occurred the system will not start and electrolysis will not take place.

Further start-up monitoring includes thermodisc 148 on lower block 38. If this thermodisc triggers, indicating a temperature under 15° C, the fan 20 will not activate. If the temperature is -10° C or colder, thermodisc 150 on cell 12 will trigger, informing the system to activate the heat blanket 146 rather than power supplies 144.

If there are no disabling conditions electrical box 16 sets external solenoid 30 to output through gas hose 32 to engine 13. Electrical box 16 also delivers power to the power supplies 144, which regulate the current and voltage and deliver power to the electrodes through anode terminal 114 and the cathode 80. If thermodisc 150 has been activated, heat blanket 146 will receive the power from electrical box 16 until the temperature rises above -10° C, at which time thermodisc 150 will re-set and power will be re-directed to power supplies 144. Once power is received by power supplies 144, electrolysis commences inside cell 12 and hydrogen and oxygen gases of gas 34 are generated. It can be appreciated that upon operation of power supplies 144 the heat generated will automatically be transmitted to water 33 in water reservoir 14, to melt water 33 if it is frozen. In this way the present invention makes productive use of the heat from the power supplies 144 that would otherwise be dissipated without providing any benefit to the system.

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-32-

Turning now to the configuration of manifold 64, in the ordinary course safety solenoid 128 and fill solenoid 130 are both held closed, thereby blocking any gas 34 in the internal conduit 126 and cell 12 from access to gas output hose 31. Water reservoir solenoid 132 is held open, so there is a direct connection from cell 12 to water reservoir 14 through hose 118, internal conduit 126, and hose 62. As the cell 12 generates gas 34, the gas 34 will fill the upper parts of cell 12 and water reservoir 14, building up the gas pressure inside the device 10 from its initial zero level. Since the space enclosed by cell 12 and water reservoir 14 is fixed or predetermined in volume, it can be appreciated that as more gas 34 is produced the pressure inside this space increases with time. When the pressure of gas 34 just exceeds the release pressure of 20 lbs, gas 34 will be released by the flow regulator or 20 lb check valve 124 through hose 122 to gas output hose 31 and gas output hose 32 to the engine 13. Accordingly, during this steady state operation of the device 10, gas 34 flows from the cell 12 to the engine at about 20 lbs pressure, and the cell 12 and water reservoir 14 are equalized at about this same 20 lbs pressure.

It has been found that it generally takes about 4-5 minutes for the system to pressurize from zero to 20 lbs. Therefore, the operator of the vehicle may experience a noticeable increase in power approximately five minutes after the engine is started. As discussed in greater detail below, the system should in the ordinary course remain operating and provide the benefits of electrolysis throughout the rest of the trip.

During operation of the cell 12 an ample amount of heat is generated which tends to reduce the efficiency of the electrolysis process. On its own, the temperature of the gas 34 will generally reach about 75 °C in the gas space 106 of cell 12, and about 10 °C less, or 65 °C, in the condenser 15 due to the thermal isolation provided by the separator block 76. Activation of the fan 20 pulls hot air down and out of the case 18, cooling both the cell 12 and condenser 15 to about 55 °C and 45 °C respectively. In cooler weather these temperatures will drop further. System cooling is also facilitated by the use of heat-conducting metal such as nickel rather than

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-33-

plastic for the cell 12. It can therefore be appreciated that the cooling features provided contribute to the efficiency of electrolysis. Further, unlike some of the prior art, a separate cooling system is not necessary.

5 It has been noted that gas 34 generally contains some quantity of moisture or water vapour. This can be a problem in cold weather, since the water vapour may freeze and create blocks in the circulation of gas 34. In particular, ice particles may form in gas output hose 31 when warm gas 34 meets the cold outside temperature. If left to build up, a pressure blockage could lead to a system breakdown or explosion.

10 The risk is reduced in the present invention due to several factors. First, since moisture increases with heat, the cooling features of the invention generally lower the moisture level. Also, when the gas 34 reaches the condenser 15, the temperature differential between the condenser 15 and cell 12 causes much of the moisture to condense and collect on the internal walls of the condenser 15. The collected water droplets will drip  
15 back down, through conduit 108, to cell 12. This reduces the amount of moisture carried by gas 34 to gas output hose 31. Further, while gas 34 is flowing inside gas output hose 31, freezing will not occur even in extreme cold due to the movement of the gas. Therefore, a heat trace to warm the  
20 output hose is not necessary. Additionally, if external solenoid 30 is mounted below the air intake at engine 13, any moisture that is carried in gas output hose 31 will tend to collect at the bottom of external solenoid 30 rather than proceed to the engine. This moisture will eventually get vented to atmosphere through gas output hose 35 when the system shuts down.

25 When operating in the steady state, the cell 12 generates approximately 600 ml of hydrogen and oxygen gases per minute, which has been found to produce adequate results when delivered to the vehicle engine 13.

30 The device 10 of the present invention produces a reasonable quantity of gas within a compact space due to the various features that enhance the electrolysis process. These include the use of the metal nickel, and in particular the expanded form of the metal used for both the cathode

80 and anode 82, which increases the number of edges available for electrolysis. Gas production is also enhanced in the present invention due to the use of regulated input power that provides a higher current flow into the electrodes. It is well known that gas production from electrolysis increases with current. The approach taken by the present invention may be contrasted with some of the prior art, in which a unregulated power was provided from the battery directly to the cell, and was considered desirable for its simplicity. However, this resulted in low current levels which required compensation through adjustment of the electrolytic solution. In turn, this created a problem of excessive heat, which led to a need for more elaborate cooling or pressurization. Therefore, the apparent simplicity of a direct battery to cell connection is undermined by the complexity of systems required to compensate for the shortcomings of that approach. It can therefore be appreciated that by regulating current, the present invention achieves adequate gas production using only the vehicle battery as power source without requiring cumbersome additions such as a specialized cooling system or extra alternator or generator.

The gas produced includes a mixture of individual hydrogen and oxygen atoms as well as combination hydrogen-oxygen bond pairs. While an individual gas could be separated out if desired, it is believed that the presence of both gases individually and in combination enhances the combustion process occurring in the engine 13. It is also believed that the passage of gas 34 through gas space 106 contributes to the effectiveness or combustible quality of the gas 34.

It can now be appreciated how the device 10 of the present invention produces an adequate and effective amount of hydrogen and oxygen gases to aid combustion.

The cell 12 produces gas 34 at a rate determined by the current input to the electrodes, and by factors associated with the design of the cell 12 itself, such as the construction of electrodes using expanded nickel arranged in a cylindrical configuration. Since these factors are fixed once the unit is powered up, the volume of gas produced by the cell 12 for any given period

-35-

of time will be a constant. In particular, the rate at which gas 34 is produced by the cell 12 is independent of the operating factors of the engine 13, such as its speed in rotations per minute (rpm) or air intake pressure. However, the rate at which gas 34 is actually delivered to the engine 13 will ordinarily be dependent to some extent on the air intake pressure or speed of the engine 13. By contrast, the device 10 of the present invention has been designed so that in most operating circumstances the rate at which gas 34 is delivered to engine 13 is constant.

The engines of certain vehicles such as tractor-trailer trucks of the type represented by vehicle 11, as well as some passenger cars, are equipped with turbochargers. A turbocharger essentially uses an impeller driven by exhaust gas to pull in air from the outside and deliver it under pressure to the air intake port of the engine. As the engine's speed or rpm increases, the force of the exhaust rises leading to faster rotation of the impeller and higher air pressure intake. This relationship is appropriate since an increase in rpm means there are more combustions in a given period of time. Air intake pressure therefore needs to rise in unison with rpm in order to supply the greater quantity of air demanded for that same given period of time. The large tractor-trailer type vehicles typically idle at about 600-800 rpm and 10-15lbs pressure, and generally have an upper range of about 1,800 rpm and 30 lbs pressure.

Figure 5 is a representative graph of pressure (P) at an air-intake port of the engine 13 against time (t). It may be understood that the air pressure (P) is essentially related to the speed in rpm of the engine 13. Therefore in Fig. 5, as the engine operates between a cold start and a high rpm, it can be seen that for this particular engine 13 air intake pressure P operates in a range of pressures between zero and approximately 22 lbs.

As noted, gas output hose 32 carrying gas 34 from cell 12 enters engine 13 at the same air intake port as that used by the turbocharger. Therefore, if the air pressure input from the turbocharger is greater by a certain extent than the pressure of gas 34 in gas output hose 32, the gas 34 may be effectively blocked from reaching the combustion chamber. It can

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-36-

now be appreciated why the rate at which gas 34 is actually delivered to the engine 13 will ordinarily be dependent to some extent on the air intake pressure or speed of the engine 13.

5 In the present invention gas 34 is delivered to engine 13 under pressure. In particular, since gas 34 passes through a flow regulator in the form of a pressure release valve or check valve 124, which in the preferred embodiment is set at 20 lbs, the gas will be delivered at a constant release pressure of 20 lbs. This release pressure for check valve 124 was selected because, as shown in the representative graph of Fig. 5, it is towards an  
10 upper end of the operating range of pressures at the air intake. The expected air intake pressure from the turbocharger will be less than 20 lbs most of the time. Therefore, the gas 34 containing hydrogen and oxygen gases generated by cell 12 will in most circumstances be at a higher pressure than the turbocharger pressure, and will not be blocked from  
15 delivery to engine 13. This ensures a relatively constant flow of gas 34 into engine 13, even when the air intake pressure fluctuates due to engine load.

Gas 34 delivered under 20 lbs pressure from cell 12 may be blocked if the turbocharger pressure rises to a level above the release pressure of 20 lbs, perhaps 22-25 lbs. However, such circumstances will typically occur  
20 only briefly. Even if there were a prolonged period of high pressure, as pressure continues to build up in cell 12 it will become high enough to overcome the higher pressure level. However, such delays will generally be infrequent, since the invention specifically delivers gas 34 at a constant pressure that is towards the upper end of the operating range of pressures  
25 at the intake, and therefore exceeds the expected air intake pressure to engine 13 for all but the most extreme engine loads.

Since the production of gas 34 is constant, and since the gas 34 will be accessible to the engine 13 most of the time, it follows that the rate of delivery or flow of gas 34 into engine 13 will also be constant. It further  
30 follows that the effect of gas 34 on the efficiency of engine 13 will vary depending on the speed of the engine. Since the flow of gas 34 is constant due to the flow regulator, the lower the engine speed, the higher the

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-37-

proportion of gas 34 in the combustion chamber. According to the present invention, the highest proportion of gas 34 occurs when the engine is idling. It is well known that internal combustion engines are less efficient and more polluting when operating at lower rpm, and particularly when idling. By  
5 delivering a relatively higher proportion of hydrogen and oxygen to the combustion when the engine is idling or at low rpm, the benefits of reduced emissions are optimized.

The delivery of gas 34 in a regulated flow allows the present invention to be flexibly used with a wide variety of vehicles and engine types. All that  
10 is required is to set the flow regulator or check valve 124 to a value that is sufficient to overcome the typical air intake operating pressure of the particular vehicle engine. Vehicles such as passenger cars that don't use turbochargers may be well served with flow regulator 124 set at just a few lbs, whereas more powerful turbocharged vehicles may require the check  
15 valve 124 set at 25 lbs or higher. In general, a release pressure set in a range of 1 to 50 lbs should accommodate most vehicle types. It can also be appreciated that the approach of the present invention is more flexible than the prior art which relied on the vacuum intake provided by a passenger car. That device of the prior art could not work with turbocharged, pressurized  
20 air-intake engines. By contrast, the device 10 of the present invention can work with any type of engine since it relies on a flow regulator operated within the device 10 itself.

The present invention is able to provide gas 34 to the engine 13 for relatively long and uninterrupted periods of time. Since the only element that  
25 gets used up during electrolysis is the water component of electrolytic solution 36, the device 10 of the present invention includes a water reservoir 14 to hold a supply of water 33, and includes the means to refill electrolytic solution 36 in cell 12 with water 33 from water reservoir 14. In most cases the cell 12 will be refilled from water reservoir 14 automatically by the device  
30 10, without any activity or even awareness by the operator. In other circumstances a manual refill by the operator is required.

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-38-

When the engine 13 is started and the unit is first turned on, there is always a possibility that water 33 in water reservoir 14 may be unavailable because it is frozen. As noted, the heat from power supplies 144 should melt any ice in water reservoir 14 in a reservoir melting time of about 2 hours or less. Therefore, according to the present invention, enough replacement water to replenish the electrolysis cell 12 is made available at or before the reservoir melting time.

To ensure that cell 12 can fully operate until melt water becomes available, the device 10 ensures that the electrolytic solution 36 is at least at a level just above the third reed switch of fluid level detector 88 at the time the unit is started. As will be explained in greater detail below, this is accomplished by checking the level when the unit is being shut down, and performing a refill at that time if necessary, so there will be sufficient electrolytic solution 36 at the subsequent start-up. Also, as previously noted, the device 10 will shut down if low float 94 drops to the level of the fourth reed switch. Therefore, at start-up the device 10 of the present invention will have at minimum an amount of electrolytic solution 36 that occupies the space between the third and fourth reed switches of fluid level detector 88. This amount is most preferably enough to last for a minimum operating time that is longer than the reservoir melting time of about 2 hours, and in the preferred embodiment there is sufficient electrolytic solution 36 to last for over 6 hours.

It can be appreciated that the scenario described above is a worst case, and that it is more likely that the level of electrolytic solution 36 will be at least somewhat higher than the third reed switch at the time of start-up. Of course, as described above even the worst case scenario can be readily accommodated by the present system. Furthermore, since freezing conditions occur primarily in certain geographic locations and during winter, the operator will generally be aware of the possibility that water 33 may freeze. Accordingly, if the operator is so inclined, when the vehicle stops for an extended period in freezing weather the operator could open tap 44 and drain the water 33 out of water reservoir 14 to eliminate the possibility of a

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-39-

frozen block when the vehicle 11 is restarted. The operator would have to remember to refill the water reservoir 14 before restarting the vehicle 11.

During operation of the vehicle 11 the device 10 of the present invention will automatically refill electrolytic solution 36 with water 33 from water reservoir 14. This refill operation is fairly rapid and automatic, and requires no action by the operator.

The refill operation is initiated when low float 94 in fluid detector 88 drops to the point where it triggers the third reed switch. As a precondition for refill to occur, the system requires that the pressure in water reservoir 14 be a minimum of 11 lbs. This information is provided by pressure switch 134, which as noted is pre-set to trigger at 11 lbs. If this condition is met, fill solenoid 130 is opened and water reservoir solenoid 132 is closed. This connects cell 12 directly with the engine 13 (through 1/10 lb check valve 138), and blocks the connection between cell 12 and water reservoir 14. Just prior to these changes effected by the fill signal, the gas pressure in cell 12 and water reservoir 14 had been equalized at about 20 lbs. As a result of the changes brought about by the fill signal, the pressure in cell 12 drops rapidly to the generally lower pressure environment of engine 13, while the original higher 20 lbs pressure level previously present is preserved in water reservoir 14.

Since there is now a high pressure of about 20 lbs in gas 34 of water reservoir 14, and a lower pressure in gas 34 of cell 12, the water 33 in water reservoir 14 is urged to flow into cell 12 through conduit 50. However, due to the 6 lb check valve 52 in conduit 50, water 33 will not flow until the pressure differential is at least 6 lbs. Therefore, upon pressure in cell 12 dropping to about 14 lbs or less, water 33 will flow into cell 12 through conduit 50, thereby refilling cell 12. The pressure in cell 12 therefore does not have to drop to zero, only to a point about 6 lbs less than the pressure in water reservoir 14.

As refill occurs, the level of electrolytic solution 36 rises, in the process raising first low float 94 and then fill float 92. Refill will continue until fill float 92 rises to the level of the second reed switch. Upon triggering of

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-40-

this reed switch a signal is sent that resets fill solenoid 130 and water reservoir solenoid 132 to their original closed and open positions respectively. This will restore the original gas flow arrangement, opening the path between the cell 12 and water reservoir 14, and compelling gas 34 from the cell 12 to go through flow regulator 124 to reach engine 13. There will be a slight delay as cell 12 rebuilds the 6 lbs of pressure that it lost. When the pressure reaches 20 lbs regular flow to the engine 13 will resume. In this way, a sufficient amount of water 33 is provided to replenish the electrolytic solution 36 in cell 12.

In the preferred embodiment of the invention the volume of water contained in cell 12 between the second and third reed switches is only about 100 millilitres (1/10 of a litre). This is a fairly small amount, and it suggests that once water 33 starts to flow the refill will be completed fairly quickly. The rate of fill may also be somewhat faster where there is a higher level of water 33 in the water reservoir 14, since that will increase the pressure above check valve 52.

The pre-condition that there be 11 lbs of pressure in water reservoir 14 is needed to ensure that there is at least a minimum sufficient pressure to drive water 33 into cell 12. At 11 lbs, in order to overcome 6 lb check valve 52, the engine pressure would have to drop to 5 lbs. This is about as low as the pressure may get while the vehicle is being driven, and is a pressure that does not use the turbo boost provided by the turbocharger. In that case, there may be a delay in refill until such time as the vehicle is idling or otherwise travelling at a slow speed. It can therefore be appreciated that by imposing the minimum requirement of 11 lbs pressure, the device 10 of the present invention ensures that it does not call for a refill when the water reservoir 14 is unable to deliver it because it is not pressurized sufficiently.

Check valve 52 is positioned in conduit 50 because there is always a latent pressure provided by the column of water 33 in water reservoir 14. If there were no check valve 52, water 33 might on occasion flow spontaneously into cell 12.

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-41-

It can be appreciated that other values of pressure switch 134 and check valve 52 may be selected to better accommodate the flow of water 33 in device 10. For example, pressure switch 134 could be set at 15 lbs and check valve 52 at 10 lbs. These particular values were not selected for the present embodiment due to inconsistent tolerance in the manufacture of the 20 lb check valve 124. It can be appreciated that as the manufacturing tolerance improves, other pressure values for these elements may become acceptable.

Using the settings and container sizes of the preferred embodiment of the present invention, it has been found that the vehicle 11 can operate for approximately 180 hours where the cell 12 contains electrolytic solution 36 up to the full level of the second reed switch, and where water 33 in water reservoir 14 is at the maximum fill level 74. This time period represents approximately 150 hours from the water 33 stored in water reservoir 14, and another 30 hours from the electrolytic solution 36. Within the cell 12, the device 10 will run for approximately 24 hours from a full position (second reed switch) until it calls for a refill (third reed switch), and as noted it may run for about another 6 hours before shutdown is imposed (fourth reed switch).

If the operator forgets to refill the water reservoir 14 then the device 10 may well run out of water 33, and low float 94 may drop to the fourth reed switch, triggering a signal shutting the system down. This signal causes power to the power supplies 144 to be cut off, stopping any further electrolysis. Safety solenoid 128 will open and external solenoid 30 will be set to vent, so that gas 34 in the cell 12 and water reservoir 14 will vent to the atmosphere. The red "water low" l.e.d. 27 on electrical box 16 will light up, providing a visual indication to the operator that the system has shut down because of low water.

This condition can be corrected by the operator. Upon shutting down the engine for 10 minutes as an additional safety measure to ensure that the system is depressurized, the operator will refill water reservoir 14 by removing cap 29 and pouring in water until float 72 rises to the reed switch,

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-42-

setting off a buzzer. Then the operator will press and hold down bypass switch 23 on electrical box 16. While the bypass switch 23 is down, power is sent to power supplies 144, thereby re-activating electrolysis. Also, safety solenoid 128 is closed and external solenoid 30 is re-set to direct gas 34 to engine 13 through gas output hose 32. Water reservoir solenoid 132 remains open and the red "low water" l.e.d. 27 remains on. During this time gas 34 is being generated and the system is re-building internal pressure. After several minutes the pressure in water reservoir 14 will reach 11 lbs, causing the green "system operating" l.e.d. to light up and the red "low water" l.e.d. 27 to turn off. At that point the operator can release bypass switch 23, and the system will perform an automatic refill and resume normal operation.

The present invention comprehends supplying water to the device 10 approximately every 150-180 hours of vehicle running time. It can be appreciated that the amount of water to be supplied, approximately 3.25 litres or about 1½ gallons, is reasonable and would not be particularly demanding. In most cases there will already be some water 33 in water reservoir 14, so the amount to be supplied will be even less. Depending on the duty cycle of the vehicle 11, refills may be required as infrequently as once every 3-4 weeks, or about once a month. For example, assuming a work load of 10 hours a day, 6 days a week, a refill would be required only about once every 3 weeks. It can also be appreciated that water refills may be conveniently incorporated into regular vehicle maintenance. Accordingly, for most operators it is likely that running out of water 33 while on the road and having to perform a manual refill will occur only very infrequently, if at all.

It can now be appreciated how the device 10 of the present invention operates to move gas 34 from the cell 12 to the engine 13, and water 33 from water reservoir 14 to cell 12. Rather than relying on components such as pumps that have moving parts, as is frequently the case with the devices taught by the prior art, the device 10 of the present invention accomplishes this same function using only the internal pressure generated within the cell

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-43-

12 by the electrolysis process itself. Components such as pumps invariably add cost, bulk, and complexity, and may be prone to breakdown in very cold weather. Of course it can be appreciated that components such as pumps may be used as appropriate in other embodiments of the present invention.

5       The operation of the various safety features of the device 10 of the present invention may now be described. A first safety feature relates to the level of electrolytic solution 36 in cell 12. The highest level to which the electrolytic solution 36 is preferred to rise is to the second reed switch, located just under stop 96 on fluid level detector 88, to form the gas space  
10       106. Additionally, if due to a malfunction in the water refill operation or for any other reason the level of electrolytic solution 36 were to rise and reach condenser 15 and gas output hose 31, there is a risk that KOH from electrolytic solution 36 could enter the air intake port of engine 13. This is undesirable, as KOH could cause damage to the engine 13.

15       Accordingly, the device 10 of the present invention includes safety float 90 and its corresponding first reed switch located on fluid level detector 88. If the level of electrolytic solution 36 in cell 12 rises above stop 96 and continues to rise, safety float 90 will be pushed upwards until first reed switch is triggered. The signal generated by the first reed switch alerts the  
20       system to immediately perform an early shut down procedure. This involves cutting off power to power supplies 144, to stop any further electrolysis, opening safety solenoid 128 and water reservoir solenoid 132, and setting external solenoid 30 to vent to atmosphere through gas output hose 35. It can be appreciated that these steps will immediately depressurize both the  
25       cell 12 and water reservoir 14, and equalize them at atmospheric pressure. This should prevent any further flow of water 33 into cell 12, so that there will be no further rise in the level of electrolytic solution 36. In this case the operator cannot restart the unit, and the unit will remain unavailable until it is inspected and re-certified for service by a qualified service technician.

30       The other safety features of the device 10 of the present invention relate to the risk of a buildup in pressure of gas 34. This could occur due to a variety of causes and may include, for example, an inadvertent crimping

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-44-

of a hose or blocking of an internal conduit, or a situation where a stone flies off the road and lodges in gas output hose 31. Regardless of the particular cause, any pressure buildup is a cause for concern because of the risk of explosion that it presents. The device 10 of the present invention accordingly contains several overlapping safety features or pressure relief means designed to safely vent internal pressure when it reaches a predetermined safety release pressure, before pressure rises to a dangerous or excessive level.

Pressure switch 112 is built into upper block 78 and directly monitors the pressure inside cell 12. It can be appreciated that since water reservoir solenoid 132 is usually kept open, pressure switch 112 also in effect monitors the pressure of water reservoir 14. The only time that cell 12 and water reservoir 14 will be at different pressure levels is when water reservoir solenoid 132 closes to enable the system to perform a water refill operation. Pressure switch 112 is set to trigger at a predetermined safety release pressure of 35 lbs, and comprises the first level of defence protecting the system from an undue rise in pressure.

If the pressure in cell 12 rises to 35 lbs, pressure switch 112 sends a signal that causes safety solenoid 128 to open. Safety solenoid 128 acts as a gas bypass or safety gas conduit that allows gas 34 in cell 12 to bypass the 20 lb check valve 124 and connect to the lower pressure environment of engine 13. As a result of this connection, the pressure in cell 12 will decrease rapidly. When pressure switch 112 detects that the pressure is below 35 lbs, it sends a signal causing safety solenoid 128 to re-set in a closed position, so that gas 34 returns to its regular flow through check valve 124. Usually, the pressure in cell 12 will drop fairly rapidly by about 3-5 lbs before pressure switch 112, operating slower due to the inertia of its mechanical construction, is able to reset and respond.

This 35 lb pressure check is useful where there are temporary blockages, such as an ice chip or stone that blocks a hose temporarily and is then dislodged. It can be appreciated that the safety solenoid 128 may

-45-

even activate several times in succession, and that the act of repeated or intermittent activation may itself help dislodge this type of blockage.

A second level of defence against a rise in pressure is provided by pressure switch 136. This pressure switch is located on manifold 64 and directly monitors the pressure of water reservoir 14, and indirectly, through open water reservoir solenoid 132, the generally equal pressure of cell 12. In the embodiment of the present invention pressure switch 136 is pre-set to a predetermined safety release pressure of 40 lbs.

A pressure rise to 40 lbs is considered serious enough to shut down the system. It is generally desirable however to first vent the pressurized gas 34. Accordingly, upon triggering pressure switch 136, safety solenoid 128 is opened and power to power supplies 144 is cut off to stop further electrolysis. Safety solenoid 128 acts as a gas bypass or safety gas conduit that allows gas 34 in cell 12 to bypass the 20 lb check valve 124 and connect to the lower pressure environment of engine 13. At the same time current is closed through a resistive circuit that includes a 14 second time-delay fuse. For 14 seconds the system vents, which is sufficient time in most circumstances to reduce the pressure to safe levels. When the fuse blows after 14 seconds the device 10 is shut down. The device 10 is then preferably returned to qualified service personnel in order to be restored to service.

Yet a third fallback or relief vent is provided by rupture disk 60. This device is a manual "blow off" valve that mechanically blows out or ruptures if the pre-set pressure of 60 lbs is reached. Unlike the 35 lb and 40 lb pressure switches described above, which are electrically driven, the rupture disk 60 is strictly mechanical and responds directly to pressure by physically breaking open. Therefore, when the rupture disk 60 blows out, the hole created in upper block 54 acts as a gas bypass immediately allowing gas 34 to vent to the lower pressure environment of the atmosphere. Unlike the 40 lb pressure release described above, there is no need or opportunity for an intermediate venting period. Once ruptured, the unit should preferably be

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-46-

returned to qualified service personnel to have a new rupture disk 60 installed.

5 Since rupture disk 60 is mechanical, the system or electrical box 16 will not ordinarily be aware that there is a hole in the system, and accordingly will continue to provide power to the electrodes. The gas 34 produced at this point will simply vent harmlessly to the atmosphere rather than pressurize and enter engine 13. Electrolysis will continue until the low float 94 drops to the water low position. The green "system operating" l.e.d. 25 will remain lit until water low is reached, indicating incorrectly that the system is working properly.

10 While there is nothing wrong with allowing the system to run itself down in this fashion, it is generally preferable to bring the system to a more orderly and proper shut-down. Accordingly, in the preferred embodiment of the invention a reed switch is attached to rupture disk 60. The reed switch is connected to rupture disk 60 in such a way that it sends a signal to electrical box 16 when rupture disk 60 blows. This signal alerts the system to cut off power to power supplies 144, stopping further electrolysis, and to set external solenoid 30 to vent to atmosphere through gas output hose 35. In addition, both l.e.d's 25 and 27 turn off, providing a correct visual indication that the system is no longer working.

20 It can be appreciated that the risk of a strictly mechanical element such as the rupture disk 60 failing by withstanding a rise in pressure to the pre-set level is quite low. Further, even if it does fail to rupture at the pre-set level, the mechanical strength of the rupture disk 60 will likely give way upon any further rise in pressure. Accordingly, the rupture disk 60 acts in effect as a "fail safe" backup in the device 10 of the present invention.

25 While it is highly unlikely that the system pressure will rise significantly above 60 lbs without triggering a built-in safety feature, the device 10 of the present invention includes yet further safety measures inherent in the design of the device itself. As noted earlier, the materials from which the device 10 is constructed are rated to withstand thousands of pounds of pressure. Further, the system as a whole is built to pressure vessel standards which

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-47-

provide a similarly high degree of protection. Accordingly, if the internal pressure were to rise by several hundred pounds and set off an explosion inside cell 12, it is believed that there would be no visible external effect. However it is more likely that before that occurs, a component of the system such as a hose, or a fitting connecting a hose to manifold 64 or upper block 54 or 78, would fail in a safe manner by blowing out, quickly relieving the high pressure situation by venting gas 34 to the atmosphere.

Accordingly, it can be appreciated that the individual safety features, construction methods and materials incorporated into the design of the device 10 of the present invention minimize the risk of a harmful or destructive explosion.

The procedure followed by the system when a particular trip taken by vehicle 11 is complete and the vehicle engine 13 is turned off may now be described. Turning off the engine 13 causes the oil pressure to drop and the oil pressure switch and oil pressure lead 26 to go to zero. In response, electrical box 16 sets external solenoid 30 to vent to atmosphere through gas output hose 35, and cuts off power to the power supplies 144 so that electrolysis stops. This allows any gas 34 that is in output hose 30 to vent to atmosphere. However, unlike the early venting situations related to relief from an inordinate rise in pressure, there is no immediate need to vent cell 12 and water reservoir 14 to atmosphere. Instead, for the time being safety solenoid 128 is kept closed and water reservoir solenoid 132 is kept open. Since no more gas 34 is being produced, 20 lb check valve 124 effectively stops any further flow of gas 34 into output hose 30.

Instead of immediately venting, the system takes the opportunity to check and prepare the level of electrolytic solution 36 in cell 12 for the subsequent start-up. The device 10 starts a timer (not shown) set to a predetermined settling time to give the layer of foam and bubbles that tends to form on top of electrolytic solution 36 during electrolysis a chance to settle down. At the conclusion of the predetermined settling time, which is 5 minutes in the preferred embodiment, a more accurate reading of the level of electrolytic solution 36 can be obtained. If the low float 94 is at the level

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-48-

of the third reed switch or lower, the system will perform an automatic refill by opening fill solenoid 130 and closing water solenoid 136. If the low float 94 is positioned above the third reed switch, even if only marginally, the condition for refill will not be met and no refill will be performed. Once the  
5     refill matter is settled, the system is shut down in the conventional way by opening safety solenoid 128, allowing all of gas 34 from the cell 12 and water reservoir 14 to vent to the atmosphere.

The benefit of the above refill procedure on shutdown is that it assures the operator that on the next startup the cell 12 will either be full or  
10     at the very least have a level of electrolytic solution 36 just above the third reed switch. As discussed, this is necessary in very cold weather, because the water 33 in water reservoir 14 may be frozen solid and not available for refill for several hours. The level of the third reed switch is a predetermined  
15     refill level which as noted, contains enough electrolytic solution 36 to enable the device 10 to continue to run for a minimum operating time.

It may be noted that a situation may arise where on shutdown electrolytic solution 36 is at a level just above the third reed switch, so there is no water refill. On subsequent start-up, water 33 is frozen and will  
20     therefore be temporarily unavailable to replenish cell 12. Further, shortly after start-up the level of electrolytic solution 36 will fall to the third reed switch and trigger a fill request, which will cause fill solenoid 130 to open. Therefore cell 12 will be directly connected to engine 13 but refill will not be possible until water 33 melts, which could take several hours. In this  
25     situation, cell 12 and water reservoir 14 will simply operate at a lower pressure than 20 lbs for a period of time. While this situation is not as advantageous as having the gas output at a constant 20 lbs, it is an adequate temporary measure until water 33 defrosts and a proper refill and repressurization can take place.

It can be appreciated that since gas 34 is purged from the system at  
30     shutdown, there is no danger posed by the presence or storage of volatile gas 34 in the parked vehicle.

The electrolysis cell and kit of the present invention effectively delivers adequate amounts of hydrogen and oxygen gases to the combustion chamber of the internal combustion engine 13. The efficiency of the engine improves as a result, because the presence of the highly volatile gases enables the engine to burn more hydrocarbon fuel than was previously possible. Since the flame speed of the gases is about 10 times faster than conventional fuel, the burn is also faster. The combustion is therefore completed faster and closer to the beginning of the combustion cycle when the piston is at or near the top of the cylinder. Accordingly, the cooling of the cylinder as the piston descends is more effective since there is less burn taking place on the way down. This has the benefit of decreasing exhaust temperature and lowering the amount of nitrous oxide produced. In a diesel engine which relies on compression alone to ignite the fuel, the added gases have an effect almost like a spark plug in enhancing the quality of combustion. Further, the added gases even enable the engine to burn some of the carbon deposits that tend to build up inside the cylinder, so that the engine may get cleaner upon continued use of the device 10 of the present invention.

These beneficial effects on combustion have resulted in improved gas and diesel mileage efficiency on the order of approximately 5 - 15%. Power and torque also improve because the more complete burn at the top results in an improved power stroke. Improvements of about 10-14% in horsepower and torque have been observed. Furthermore, significant reductions in the emission of gaseous and solid pollutants on the order of about 40 % have been recorded. Accordingly, unlike traditional engines where cleaner operation and improved mileage come at the expense of power, the present invention provides improvements in both mileage and power, while also running cleaner with a cooler exhaust temperature.

All of these benefits come at a cost of a power draw of about 13 volts by 15 amperes from the vehicle battery, which represents about 195 watts or approximately 1/3 horsepower. This is a relatively minor draw, and is similar to the drain imposed by adding an extra set of headlights.

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-50-

It can now be appreciated how the electrolysis cell and kit of the present invention addresses some of the problems associated with the use of electrolysis to generate gas for use as a fuel additive for internal combustion engines. The present invention produces adequate amounts of hydrogen and oxygen gases and delivers them effectively and at a constant rate to the engine. The flow of gas is continuous and uninterrupted even on long trips and in extreme weather conditions. The device is also safe from the risk of explosion as it contains several overlapping vent relief features and is built to pressure vessel standards. Furthermore, the device is easy to maintain, service, and install. Some of these benefits are achieved, in part, through efficient use of the available components. The power supplies used to provide power to the cell also function to melt ice that may form in the water cylinder in cold weather, and the system makes use of internal gas pressure to circulate both gas and water without needing additional components such as pumps.

It will be appreciated by those skilled in the art that the foregoing description was in respect of preferred embodiments and that various alterations and modifications are possible within the broad scope of the appended claims without departing from the spirit of the invention. For example, while reference is made to internal combustion engines such as those used in vehicles, the invention may also be used with combustion engines not used in vehicles and with non-combustion engines such as oil burners (furnaces) or boilers. Also, if it is desired to produce a proportionate increase in efficiency at higher engine speed or rpm, it may be useful to add another power supply, and vary the power to the power supplies in accordance with engine speed. In this way, power to the cell and the cell's gas output can be increased when the engine is operating at higher speed. Various other modifications will be apparent to those skilled in the art but are not described in any further detail herein.

30

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-51-

**I CLAIM:**

1. A system for producing one or more gases for enhancing combustion  
in an internal combustion engine, said engine having an intake, the system  
5 comprising:
  - (a) an electrolysis cell, for generating one or more combustion enhancing  
gases under pressure;
  - (b) a gas conduit, for connecting the electrolysis cell to the intake of the  
internal combustion engine; and
  - 10 (c) a flow regulator, operatively connected between the electrolysis cell  
and the intake of the engine, for regulating a flow of said combustion  
enhancing gases to said engine.
2. The system for producing one or more gases according to claim 1,  
15 wherein the rate of flow of said combustion enhancing gases from said cell  
to said engine is constant over various engine loads.
3. The system for producing one or more gases according to claim 1,  
wherein the engine includes a turbocharger, and wherein said flow regulator  
20 is capable of regulating said flow when said turbocharger is operating.
4. The system for producing one or more gases according to claim 1,  
wherein said flow regulator is a pressure release valve set to a release  
pressure towards an upper end of an operating range of pressures of said  
25 intake.
5. The system for producing one or more gases according to claim 4,  
wherein said release pressure is set to a value between 1 and 50 lbs.
- 30 6. The system for producing one or more gases according to claim 5,  
wherein said release pressure is about 20 lbs.

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-52-

7. The system for producing one or more gases according to claim 1, further including pressure relief means to reduce the pressure of said combustible gas in said cell when the pressure in said cell exceeds a predetermined safety release pressure.
- 5 8. The system for producing one or more gases according to claim 7, wherein said pressure relief means comprises a pressure sensor, set to detect said predetermined safety release pressure, and a gas bypass, to connect said combustible gas produced in said cell with a lower pressure environment upon the pressure of said gas exceeding said predetermined safety release pressure.
- 10 9. The system for producing one or more gases according to claim 8, wherein said pressure sensor is a pressure switch and said gas bypass is a safety gas conduit, said safety gas conduit being switchable between an open and a closed position.
- 15 10. The system for producing one or more gases according to claim 7, wherein said predetermined safety release pressure is at least 35 pounds.
- 20 11. The system for producing one or more gases according to claim 8, wherein said pressure sensor comprises a rupture disk, set to mechanically open at said predetermined safety release pressure, and said gas bypass comprises an operative connection between said cell and the atmosphere.
- 25 12. The system for producing one or more gases according to claim 11, wherein said predetermined safety release pressure is at least 60 pounds.
- 30 13. The system for producing one or more gases according to claim 1, wherein said system is a pressure vessel and is sufficiently strong to withstand an explosion.

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-53-

14. The system for producing one or more gases according to claim 13, wherein said system is built to the American Society of Mechanical Engineers standard number B31.1 for pressure vessels.
- 5 15. The system for producing one or more gases according to claim 1, further including a switchable valve on said gas conduit, said valve having at least two positions, wherein in one position said valve permits said one or more gases to pass from said cell to said intake of said internal combustion engine, and in the other of said positions said valve permits said one or more gases to pass from said cell to the atmosphere.
- 10 16. The system for producing one or more gases according to claim 1, further including a water reservoir to hold water to replenish said cell, wherein said one or more gases produced under pressure by said cell are operatively connected to said water reservoir, to apply pressure to said water in said water reservoir.
17. A method of producing one or more gases for enhancing combustion in an internal combustion engine, said engine having an intake, said method comprising:
- 20 (a) providing an electrolysis cell, for generating one or more combustion enhancing gases under pressure, a gas conduit, for connecting the electrolysis cell to the intake of said internal combustion engine, and a flow regulator, operatively connected between the electrolysis cell and the intake of the engine, for regulating a flow of said combustion enhancing gases to said engine;
- 25 (b) activating said electrolysis cell, to produce said one or more gases under pressure; and
- (c) regulating the flow of said one or more gases to said internal combustion engine by means of said flow regulator.
- 30

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-54-

18. A method of producing one or more gases according to claim 17, wherein said step of activating said electrolysis cell includes storing said gases produced by said electrolysis cell in a predetermined volume, so that said pressure of said one or more gases increases with time.
- 5
19. A method of producing one or more gases according to claim 17, wherein said electrolysis cell contains an electrolytic solution, and said step of providing an electrolysis cell includes providing a reservoir containing a supply of a liquid used to replenish said electrolytic solution, and wherein the
- 10
- step of regulating the flow of said gases comprises connecting said pressure of said gases to said supply of liquid, to drive a sufficient amount of said liquid into said cell to replenish said electrolytic solution in said cell.
20. A method of producing one or more gases according to claim 17, wherein said step of providing an electrolysis cell includes providing a safety release valve operatively connected to said electrolysis cell, and wherein said step of activating said electrolysis cell includes relieving pressure within said cell by venting said gases to a lower pressure environment through said safety release valve when said pressure of said one or more gases exceeds
- 15
- a predetermined safety release pressure or when said cell is de-activated.
- 20
21. A system for producing one or more gases for enhancing combustion for an internal combustion engine, the system comprising:
- 25
- (a) an electrolysis cell, for generating one or more gases from an electrolytic solution, said electrolytic solution having a lower freezing temperature than the freezing point of water, said cell having a sufficient supply of electrolytic solution to operate for a minimum operating time;
- (b) a replacement water reservoir, to hold water to replenish the electrolysis cell; and
- 30
- (c) a heater, operatively connected to said replacement water reservoir, to provide heat to the replacement water reservoir to melt sufficient

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-55-

water in said reservoir in less than said minimum operating time, to replenish said electrolysis cell.

22. The system for producing one or more gases according to claim 21, wherein said cell produces said one or more gases under pressure, and the pressure of said one or more gases is directed to said water reservoir, to drive a sufficient amount of said water into said cell to replenish said electrolytic solution in said cell.
23. The system for producing one or more gases according to claim 22, further including a gas connection conduit to connect said one or more gases produced under pressure in said cell to said water reservoir.
24. The system for producing one or more gases according to claim 22, further including a water conduit to connect said water from said water reservoir to said cell.
25. The system for producing one or more gases according to claim 21, wherein said replacement water reservoir is made at least in part from a heat-conducting material, and said heater is operatively connected to said heat-conducting material.
26. The system for producing one or more gases according to claim 21, wherein said cell has a power supply, and said heater is said power supply of said cell.
27. The system for producing one or more gases according to claim 21, wherein said replacement water reservoir is insulated.
28. A method of producing one or more gases for enhancing combustion for an internal combustion engine, said method comprising:

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-56-

- 5 (a) providing an electrolysis cell, for generating one or more gases from an electrolytic solution, said electrolytic solution having a lower freezing temperature than the freezing point of water, said cell having a sufficient supply of electrolytic solution to operate for a minimum operating time, a replacement water reservoir, to hold water to replenish said electrolysis cell, and a heater, operatively connected to said replacement water reservoir, to provide heat to the replacement water reservoir to melt sufficient water to replenish said cell in less than said minimum operating time;
- 10 (b) activating said electrolysis cell, to produce said one or more gases from said electrolytic solution;
- (c) activating said heater, to melt sufficient water to replenish said cell; and
- 15 (d) replenishing said electrolytic solution in said cell with said water.
29. A method of producing one or more gases for enhancing combustion for an internal combustion engine, said method comprising:
- 20 (a) providing an electrolysis cell, for generating one or more gases from an electrolytic solution, said electrolytic solution having a level in said cell, said electrolysis cell having a predetermined refill level wherein electrolytic solution at said predetermined refill level allows said cell to operate for a minimum operating time, a replacement water reservoir, to hold water to replenish said electrolysis cell, and a timer set to a predetermined settling time;
- 25 (b) de-activating said electrolysis cell if said electrolysis cell is activated;
- (c) starting said timer;
- (d) monitoring the level of said electrolytic solution in said cell at said predetermined settling time; and
- 30 (e) replenishing said electrolytic solution in said cell with said water from said reservoir if said level is at or less than said predetermined refill level;

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-57-

wherein said cell has a sufficient supply of electrolytic solution to operate for a minimum operating time.

- 5 30. An electrolysis cell for conducting electrolysis of a liquid solution to produce one or more gases, the electrolysis cell comprising:
- (a) a body, said body defining an interior space, at least part of said body being conductive;
  - (b) a conductor located inside the interior space defined by said body, said conductor being spaced apart from said conductive part of said
  - 10 body;
  - (c) an outlet operatively connected to the body, to receive the one or more gases produced by the electrolysis cell;
  - (d) an inlet operatively connected to the body, to receive a liquid to replenish the liquid solution used by the electrolysis cell;
  - 15 (e) a cathode operatively connected to one of said conductive part of said body or said conductor; and
  - (f) an anode operatively connected to the other of said conductive part of said body or said conductor.
- 20 31. The electrolysis cell according to claim 30, wherein at least one of said conductive part of said body or said conductor is, at least in part constructed from expanded metal.
- 25 32. The electrolysis cell according to claim 31, wherein said expanded metal has a 50% open area.
33. The electrolysis cell according to claim 31, wherein said expanded metal has a cubic-faced center molecular structure.
- 30 34. The electrolysis cell according to claim 31, wherein said body comprises an outer shell and an inner mesh, said inner mesh being

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-58-

operatively connected to said outer shell, said inner mesh being constructed from expanded metal.

5        35.    The electrolysis cell according to claim 30, further including a condenser operatively connected between said outlet on said body and said internal combustion engine, wherein said condenser receives and thermally isolates said one or more gases from said cell.

10       36.    The electrolysis cell according to claim 35, wherein said condenser has a surface conducive to condensing water vapour.

37.    The electrolysis cell according to claim 30, further including a fan to cool said cell.

15       38.    The electrolysis cell according to claim 30, further including at least one temperature sensor.

20       39.    The electrolysis cell according to claim 38, further including a heat blanket operatively connected to said body, to warm up said cell when the temperature of said cell as indicated by said temperature sensor is below a predetermined cold temperature.

25       40.    The electrolysis cell according to claim 30, wherein said cathode and said anode have a height sufficient to extend above a level of said liquid solution in said body.

41.    The electrolysis cell according to claim 40, wherein said height of said cathode and anode is in a range between 8 and 12 inches.

30       42.    The electrolysis cell according to claim 40, wherein said level of said liquid solution is less than said height of said cathode and anode by a length in a range between ½ inch and 3 inches.

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-59-

43. The electrolysis cell according to claim 40, further including a float sensor to detect the level of liquid solution in said interior space of said body.
44. The electrolysis cell according to claim 43, wherein said float sensor includes a safety float to detect a level of said liquid solution at a predetermined high point proximate to said top part of said body.
45. The electrolysis cell according to claim 43, wherein said float sensor includes a fill float to detect a level of said liquid solution at a predetermined fill point.
46. The electrolysis cell according to claim 43, wherein said float sensor includes a re-fill float to detect a level of said liquid solution at a predetermined re-fill point.
47. The electrolysis cell according to claim 43, wherein said float sensor includes a low float to detect a level of said liquid solution at a predetermined low point.
48. The electrolysis cell according to claim 30, wherein said outlet is operatively connected to a flow regulator, for regulating the flow of said one or more gases to an internal combustion engine.
49. The electrolysis cell according to claim 48, wherein said flow regulator is a check valve.
50. The electrolysis cell according to claim 49, wherein said check valve is set to a release pressure of at least 20 lbs.
51. The electrolysis cell according to claim 30, wherein said body and said conductor are cylindrically shaped.

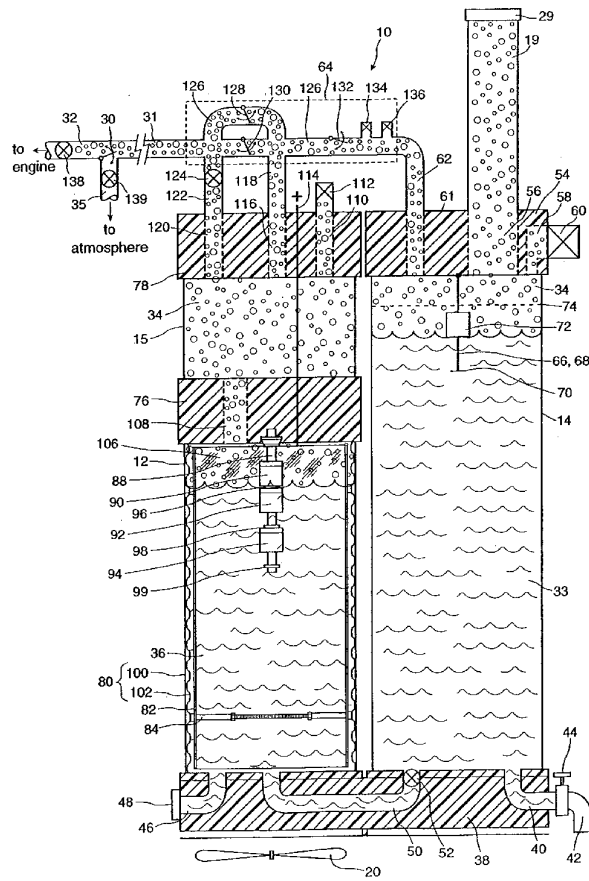
WO 02/099260

PCT/CA02/00809

-60-

52. An internal combustion engine kit for producing one or more gases for enhancing combustion in an internal combustion engine, said engine having an intake, the internal combustion engine kit comprising:
- 5 (a) an electrolysis cell, for generating one or more combustion enhancing gases under pressure;
  - (b) a power conditioning means, to provide appropriate electrical power to said electrolysis cell;
  - (c) a water reservoir, to provide water to said electrolysis cell;
  - 10 (d) an electronic controller, for controlling the supply of electrical power to said electrolysis cell, so that said electrolysis cell can perform electrolysis, and for controlling the supply of water from the water reservoir to the electrolysis cell;
  - (e) a gas conduit, for connecting the electrolysis cell to the internal combustion engine; and
  - 15 (f) a flow regulator, operatively connected between the electrolysis cell and the intake of the engine, for regulating a flow of said combustion enhancing gases to said engine.
53. The internal combustion engine kit according to claim 52, wherein
- 20 said flow regulator is a pressure release valve set to a release pressure towards an upper end of an operating range of pressures of said intake.
54. The internal combustion engine kit according to claim 52, wherein said kit contains external connections to: a source of positive voltage, a
- 25 source of negative voltage, an oil pressure switch, a water input, and a gas output.

1/5



**Figure 1**

WO 02/099260

PCT/CA02/00809

2/5

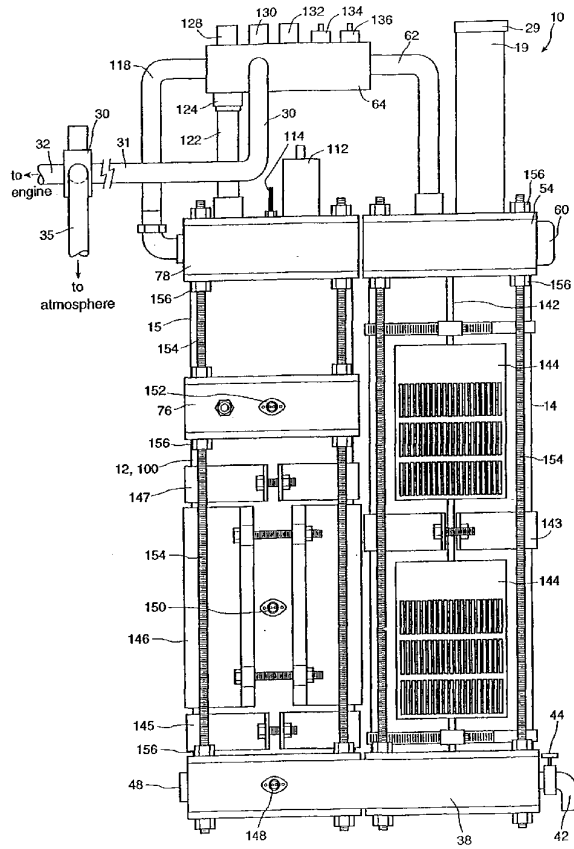


Figure 2

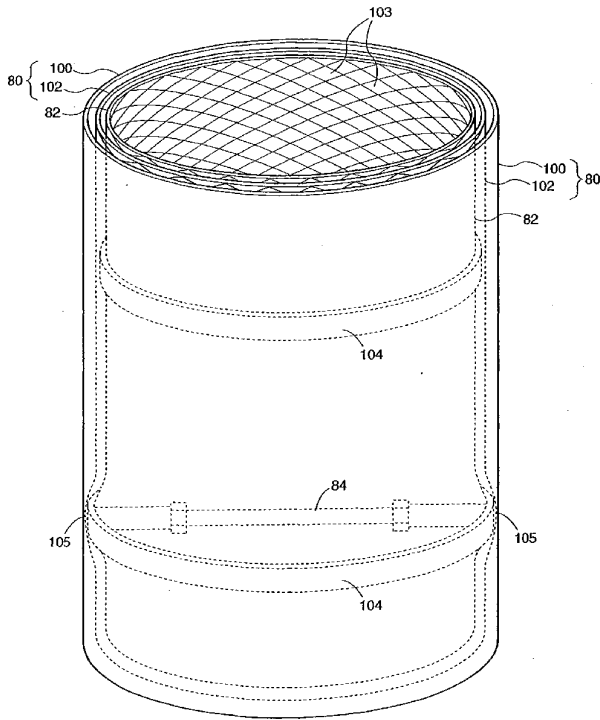


Figure 3

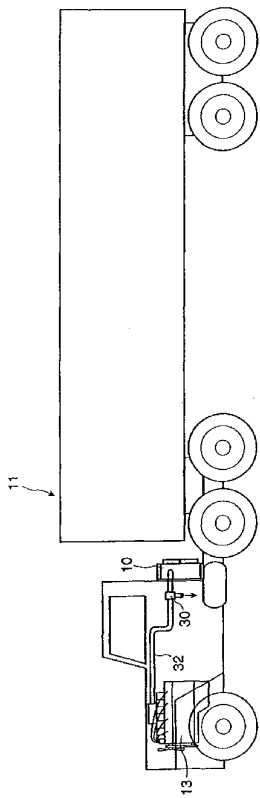


Figure 4

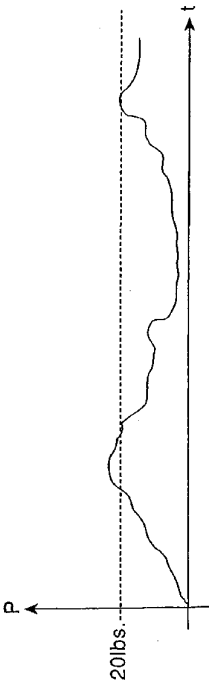


Figure 5

5/5

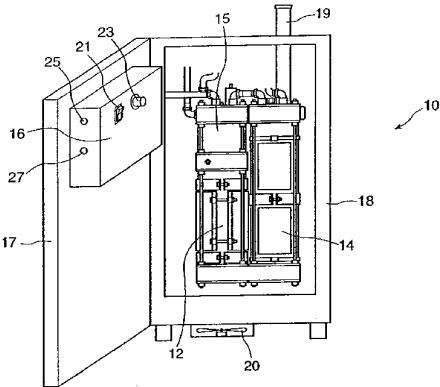


Figure 6

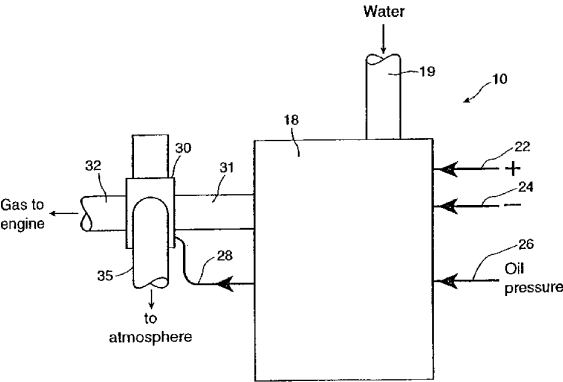


Figure 7

## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. l. Application No. PCT/CA 02/00809	
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 F02B43/10 F02M25/10	
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC	
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 F02B F02M	
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched	
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal	
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT	
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages
	Relevant to claim No.
X	US 6 209 493 B1 (ROSS BILL) 3 April 2001 (2001-04-03) the whole document
A	1-7 9, 13, 17-19, 21, 27-54
X	US 4 271 793 A (VALDESPINO JOSEPH M) 9 June 1981 (1981-06-09) cited in the application figures 1-4
A	1, 4, 5, 7, 8, 12, 17 28, 29, 52-54
	abstract claims 1-20 --- -/--
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.	
* Special categories of cited documents: *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document relating to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art *G* document member of the same patent family	
Date of the actual completion of the international search 16 August 2002	Date of mailing of the international search report 27/08/2002
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2540, Tx. 31 651 epo nl, Fax. (+31-70) 340-2010	Authorized officer Wassenaar, G

Form: PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Application No.  
PCT/CA 02/00809

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 155 212 A (MCALISTER ROY E) 5 December 2000 (2000-12-05) figures 1-4 abstract claims 1-12 -----	1, 17, 21, 28-30
A	WO 01 31188 A (BALAN GABI ; ENVIRONMENTAL APPLIC RES TECHN (CA); SOUZA MARIO P DE) 3 May 2001 (2001-05-03) figure 1 abstract page 4, line 10 - page 17, line 24 -----	1, 17, 21, 28-30
A	US 4 053 683 A (ROUNDS CHARLES E) 11 October 1977 (1977-10-11) figure 1 abstract column 2, line 1 - line 33 -----	1, 21, 30-54
A	US 5 105 773 A (CUNNINGHAM JOHN E ET AL) 21 April 1992 (1992-04-21) figure 1 abstract claims 1-9 -----	1-54

Form PCTISA/210 (continuation of second sheet) (July 1999)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.

PCT/CA 02/00809

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 6209493	B1	03-04-2001	AU WO	5022199 A 0006875 A1	21-02-2000 10-02-2000
US 4271793	A	09-06-1981	NONE		
US 6155212	A	05-12-2000	US US WO	5394852 A 5343699 A 9527845 A1	07-03-1995 06-09-1994 19-10-1995
WO 0131188	A	03-05-2001	AU WO US	1121901 A 0131188 A1 6332434 B1	08-05-2001 03-05-2001 25-12-2001
US 4053683	A	11-10-1977	NONE		
US 5105773	A	21-04-1992	CA MX	2080660 A1 9206023 A1	22-04-1993 01-07-1993

---

フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT, BE,CH,CY,DE,DK,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN, TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,ES,FI,GB,GD,GE, GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NO,NZ,OM,PH,P L,PT,RO,RU,SD,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 ビル・ロス

カナダ、エル3ワイ・4ブイ8、オンタリオ、ニューマーケット、バレー・トレイル27番