

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5349964号
(P5349964)

(45) 発行日 平成25年11月20日(2013.11.20)

(24) 登録日 平成25年8月30日(2013.8.30)

(51) Int.Cl. F I
 HO 1 S 3/0977 (2006.01) HO 1 S 3/097 E
 HO 1 S 3/032 (2006.01) HO 1 S 3/03 F

請求項の数 10 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2008-533475 (P2008-533475)	(73) 特許権者	504010648
(86) (22) 出願日	平成18年9月25日(2006.9.25)		サイマー インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2009-510783 (P2009-510783A)		アメリカ合衆国 カリフォルニア州 92
(43) 公表日	平成21年3月12日(2009.3.12)		127 サン ディエゴ ソーンミント
(86) 国際出願番号	PCT/US2006/037225		コート 17075
(87) 国際公開番号	W02007/038412	(74) 代理人	100082005
(87) 国際公開日	平成19年4月5日(2007.4.5)		弁理士 熊倉 禎男
審査請求日	平成21年9月25日(2009.9.25)	(74) 代理人	100067013
(31) 優先権主張番号	11/237, 535		弁理士 大塚 文昭
(32) 優先日	平成17年9月27日(2005.9.27)	(74) 代理人	100086771
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 西島 孝喜
		(74) 代理人	100109070
			弁理士 須田 洋之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱膨張耐性のあるガス放電レーザ用の予備電離器の電極

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ガス放電レーザのための予備電離器アセンブリであって、
 管のボアを定める誘電体管と、
 電極と、
 を含み、前記電極は、第1の細長い導電性部材と、第2の細長い導電性部材とを含み、
 ここで、前記第1の細長い導電性部材は第1の端部及び第2の端部を有し、当該第1
 の端部は、前記管の前記ボア内に配置され、
 前記第2の細長い導電性部材は第1の端部及び第2の端部を有し、当該第1の端部は
 、前記ボア内に配置されるとともに、前記第1の細長い導電性部材の前記第1の端部から
 離間されて前記第1の細長い導電性部材の前記第1の端部との間に軸方向の空間を形成し
 、
 前記第1及び第2の細長い導電性部材は同じ電位に保たれる
 ことを特徴とする予備電離器アセンブリ。

【請求項 2】

前記第1の細長い導電性部材の少なくとも一部は、長手方向軸を定める棒として形成さ
 れ、前記第1の細長い導電性部材の前記第1の端部には、前記長手方向軸と位置合わせさ
 れた実質的に円筒形状の開口部が形成されていることを特徴とする請求項1に記載の予備
 電離器アセンブリ。

【請求項 3】

前記実質的に円筒形状の開口部は内径Dを有し、前記第2の細長い導電性部材の少なくとも一部は棒として形成され、前記第2の細長い導電性部材の前記第1の端部には $d < D$ である外径dを有する実質的に円筒形状の突出部が形成されていることを特徴とする請求項2に記載の予備電離器アセンブリ。

【請求項4】

前記第1の細長い導電性部材及び前記第2の細長い導電性部材は、ガス放電チャンバ・ハウジングに電氣的に接続されることを特徴とする請求項1に記載の予備電離器アセンブリ。

【請求項5】

前記第1の細長い導電性部材の少なくとも一部は、 d_{rod} の直径を有する棒として形成され、前記第1の細長い導電性部材の前記第1の端部は、 d_{rod} の直径を有する実質的に平坦な面として形成されていることを特徴とする請求項1に記載の予備電離器アセンブリ。

10

【請求項6】

前記第1の細長い導電性部材の少なくとも一部は棒として形成され、前記第1の細長い導電性部材の前記第1の端部には、凹状の内面を有するキャビティが形成され、且つ、前記第2の細長い導電性部材の少なくとも一部は棒として形成され、前記第2の細長い導電性部材の前記第1の端部には、凸状の外面を有する突出部が形成されていることを特徴とする請求項1に記載の予備電離器アセンブリ。

【請求項7】

前記第1の細長い導電性部材の前記第1の端部は丸く、前記第2の細長い導電性部材の前記第1の端部も丸いことを特徴とする請求項1に記載の予備電離器アセンブリ。

20

【請求項8】

前記誘電体管は外面を有し、前記アセンブリは、前記外面を、前記ガス放電レーザの放電電極に接続するための導体を更に含むことを特徴とする請求項1に記載の予備電離器アセンブリ。

【請求項9】

チャンバ・ハウジングと、
 長手方向軸を定める第1の細長い放電電極と、
 前記第1の細長い放電電極から離間され、前記長手方向軸に対して実質的に平行に位置合わせされた第2の細長い放電電極と、
 前記ハウジング内部のレーザ発振可能なガス状媒体と、
 前記ガス状媒体を励起するように、前記第1の細長い放電電極と前記第2の細長い放電電極との間の電位差を確立するための電圧源と、
 予備電離器アセンブリと、

30

を含み、前記予備電離器アセンブリは、

管のボアを定める誘電体管と、

予備電離電極と、

を含み、前記予備電離電極は、

前記長手方向軸に対して実質的に平行に位置合わせされ、少なくとも一部は前記管の前記ボア内に配置される第1の細長い導電性部材と、

40

前記長手方向軸に対して実質的に平行に位置合わせされ、少なくとも一部は前記第1の細長い導電性部材から離間されて前記ボア内に配置されて、前記第1の細長い導電性部材の前記第1の端部との間に軸方向の空間を形成する第2の細長い導電性部材と、

を含む、

ことを特徴とするガス放電レーザ。

【請求項10】

ガス状材料を電離させるように光子を生成するためのアセンブリであって、

管のボア及び外側の管表面を定める誘電体管と、

予備電離電極と、

50

を含み、前記予備電離電極は、

前記長手方向軸に対して実質的に平行に位置合わせされ、少なくとも一部は前記管の前記ボア内に配置される第1の細長い導電性部材と、

前記長手方向軸に対して実質的に平行に位置合わせされ、少なくとも一部は前記第1の細長い導電性部材から離間されて前記ボア内に配置されて、前記第1の細長い導電性部材の前記第1端部との間に軸方向の空間を形成する第2の細長い導電性部材と、

を含み、

光子を生成するために、前記予備電離電極と、前記外側の管表面上の位置との間に電位差を確立する電圧源と、

を含む、

ことを特徴とするアセンブリ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、パルス式ガス放電レーザに関する。本発明は、限定ではないが、特に、放電の不安定性を低減するためにコロナ放電予備電離器を有するガス放電レーザとして有用である。

【背景技術】

【0002】

予備電離がない場合、ArF、XeF及びKrFのエキシマレーザ及びフッ素分子レーザ等のガス放電パルス式レーザは、一般に不安定である。具体的には、予備電離を行わないと、適切なレーザ放射に必要なグロー放電は起こらない。反対に、主ガス放電が起こる直前のガス放電領域に電子の均一な分布をもたらす予備電離を用いて、高品質で安定したレーザ・パルスを生成することができる。

【0003】

予備電離における初期の試みは、電極材料を気化し、活性レーザガスを消費し汚染するという望ましくない影響がある、大電流で局所的な強いスパークを引き起こすスパーク予備電離の使用を含んでいた。より最近では、UV及びX線の波長を典型的に含む実質的に均一な放射線放出をもたらすように、スパークしないコロナ放電の予備電離器が開発され、用いられてきた。均一な予備電離を生成するコロナ放電は、帯電部分のない良好なビーム特性、高いエネルギー安定性、電極寿命の向上、ハロゲン消費の低減をもたらすことができる。1つのこうした方法においては、コロナ放電は、誘電体材料にわたる電位差を確立することにより生成される。

【0004】

より幾何学的に見ると、典型的なガス放電レーザは、離間された、細長い(例えば、60cmの長さの)一对の主放電電極を用いて、ガス状材料内でレーザ発振を開始することができる。パルス後に放電領域から迅速にガスを排出し、次のパルスのために電極に新鮮なガス部分を与えるように、電極を越えてレーザ発振可能なガス状媒体を循環させるために、送風機を提供することができる。従って、主電極間での放電直前に、多少大きくて細長く、ある程度矩形の、新鮮なガス状媒体の放電容積部が均一に予備電離される必要がある。

【0005】

上述の形状に関して、実質的に均一な予備電離をもたらす効果的な方法は、一般に、放電電極に対して平行に位置合わせされ、放電領域近傍に位置付けられた、誘電体材料で作られた細長い管の使用を伴う。導電性の予備電離電極(典型的には、銅又は真鍮で作られた)を、次に、管のボア内に置くことができ、予備電離電極と主放電電極のうちの1つとの間の電位差を発生させるために用いることができる。この電位差は、誘電体管を半径方向に横切って延び、管の外面から放出される光子の実質的に均一な放出をもたらす。

【0006】

1つの構成においては、ガス状媒体及び放電領域を囲むアルミニウム製チャンバ・ハウ

10

20

30

40

50

ジングが用いられる。予備電離電極の各端部は、次に、機械的に、場合によっては電氣的にハウジングに接続され、次いで接地される。従って、予備電離電極と主電極との間の電位差は、主電極が接地に対してバイアスをかけられるときに確立される。

【0007】

予備電離システムを設計するときに考慮されなければならない重要な要素は、レーザチャンバ内で生じた熱に対する、種々の予備電離構造体の応答である。上述の構造体の場合、1つの主な故障モードは、真鍮/銅の予備電離電極の熱膨張による、比較的壊れやすい誘電体管のひび割れであると特定されている。具体的には、これらの材料の両方は、比較的高い線形熱膨張係数(LTEC)(即ち、温度変化の度合いに対する棒の長さの分数変化率)を有する。例えば、摂氏温度当たり約 23×10^{-6} のLTECを有するアルミニウムと比較すると、真鍮は摂氏温度当たり約 19×10^{-6} のLTECを有し、銅は摂氏温度当たり約 17×10^{-6} のLTECを有する。動作中、予備電離電極は、典型的には、アルミニウム製ハウジングより高い温度まで加熱され、結果として、予備電離電極は、熱に曝されることにより、ステンレス鋼製ハウジングよりもはるかに膨張する可能性があり、この膨張の差は、電極を弓形に曲げて、誘電体管にひび割れを生じさせる可能性がある。

【0008】

上述の考察を十分に認識して、出願人は、レーザチャンバ内で生じた熱に適応すると同時に、実質的に均一な予備電離容積部を提供するための予備電離システム及び方法を開示する。

【発明の開示】

【0009】

ガス放電レーザのための予備電離器アセンブリは、電極と、管のボアを定める誘電体管とを含むことができる。1つの態様においては、電極は、管のボア内に配置される第1端部を有する第1の細長い導電性部材を含むことができる。更に、電極は、第1の導電性部材の第1端部から離間されてボア内に配置される第1端部を有する第2の細長い導電性部材を含むことができる。アセンブリのために、第1及び第2の導電性部材は同じ電位に保つことができる。

【0010】

特定の実施形態においては、第1部材の一部は長手方向軸を定める棒として形成することができ、第1部材の第1端部には、長手方向軸と位置合わせされ、内径Dを有する実質的に円筒形状の開口部を形成することができる。この実施形態においては、第2部材の一部は棒として形成することができ、第2部材の第1端部には、 $d < D$ の外径dを有する、実質的に円筒形状の突出部を形成することができる。この構造体では、実質的に円筒形状の突出部の少なくとも一部は、実質的に円筒形状の開口部内部に配置できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

最初に図1を参照すると、KrFエキシマレーザ、XeFエキシマレーザ、ArFエキシマレーザ又はフッ素分子レーザ等のパルス化レーザのためのガス放電チャンバが示され、概して10と呼ばれる。チャンバ10は、典型的には、例えば、ニッケルめっきアルミニウム等の比較的丈夫な耐食性の材料で作ることができ、一般に端部閉鎖型の矩形構造体であるチャンバ・ハウジング12を含む。この構造体により、ハウジング12は、レーザ発振可能なガス媒体を保持する容積部14を取り囲むことができる。

【0012】

チャンバ10は、また、一方はカソードと呼ばれ、他方はアノードと呼ばれる、離間された2つの細長い電極16、18を有するガス放電システムを含むことができる。この配置により、ガス放電領域20が電極16と18の間の空間に確立され、図1に示されるチャンバ20のために、紙面に対して実質的に垂直に延びるレーザ・ビーム軸22を含む。各電極16、18は、例えば、約40から80cmの長さまで細長くすることができ、軸22に対して一般に平行方向に位置合わせすることができる。従って、示されるチャンバ10のためのガス放電領域20は、電極16、18の長さ(即ち、40から80cm)に近

10

20

30

40

50

い長さ、ある程度矩形の断面を有する細長い容積部であり、これは、例えば、A r F エキシマレーザに関しては、電極間隔の方向に約 12 mm × 3 mm の幅とすることができる。示されるように、電極 16 とハウジング 12 との電気接触は、例えば、セラミック材料等の誘電体から作ることができる主絶縁体 24 により防止される。1つの実施においては、電極 18 は、例えば地電位等の一定の基準電位に維持され、電極 16 には、基準電位に対してバイアスをかけて、ガス放電領域 20 内で電気放電を開始することができる。他のバイアス手法も可能であるということが認識されるべきである。

【0013】

図1は、更に、チャンバ10は、中空の誘電体管26、予備電離電極28、及び、すべての実施形態に必要なということではないが、導電シム30を有する予備電離システムも含むことを示す。図2は、予備電離電極28は、誘電体管26のポア36内部に配置される端部34を有する細長い導電性部材32と、誘電体管26のポア36内部に配置される端部40を有する細長い導電性部材38とを含むことができることを示す。更に示されるように、部材32、38は、管26内部の共通軸42に沿って位置合わせされる。部材32、38のうちの少なくとも一方、典型的にはその両方は、部材32、38が管26に対して軸方向に移動することができるように、管26のポア36内に配置される。予備電離システムのために、部材32、34は、真鍮又は銅のような導電性材料から作ることができ、誘電体管26はセラミックで作ることができる。

【0014】

図2は、部材32の端部34が、例えば、部材32、38のうちの一方又はその両方の熱膨張の間、部材38に対して部材32が軸方向に移動可能なように、部材38の端部40から軸方向に離間されていることを更に示す。図2に示される実施形態においては、部材38の端部40には、実質的に軸42と位置合わせされた、実質的に円筒形状の開口部44が形成される。更に、この実施形態においては、部材32の端部34には、実質的に円筒形状の突出部46が形成される。相対的比率の点から見ると、示される構造体に関しては、開口部44は内径Dを有し、突出部46は $d < D$ である外径dを有し、突出部46が開口部44の内側に嵌まり、且つ内部で移動できるようになっている。軸方向の膨張に適應するように軸方向の空間を維持しながら、端部34と端部40との偶発的な接触が起こり得ることが認識されるべきである。開口部44及び突出部46に関する例示的な長さ寸法は、例えば、 $L = 1.1 \text{ cm}$ 、及び $l = 1.0 \text{ cm}$ を含むことができる。各々の端部34、40における第1及び第2部材30、32の軸方向の重なりにより特徴付けられる構造体のこうした相互作用によって、比較的均一な予備電離放出を、部材30、32の端部34、40近傍で得ることができる。

【0015】

図3は部材32の全長を示す。そこに示されるように、部材32は、実質的に円筒形の、棒部分48（管26の内径よりわずかに小さい外径を有する）と、端部34においてそこから延びる突出部46とを含む。部材32は、また、アーク発生を減らすために（棒部分48に比して）細くなった区域と、部材32をハウジング壁（図示せず）に取り付けるためのフランジ52とを有する部分50も含むことができる。部材32は、約57cmの長さを有する電極16と共に用いるために、約34cmの全体的な長さ L_1 を有することができる。

【0016】

図4は部材38の全長を示す。そこに示されるように、部材38は、実質的に円筒形の、棒部分54（管26の内径よりわずかに小さい外径を有する）と、端部40に形成された開口部44とを含む。部材38は、また、アーク発生を減らすために（棒部分54に比して）細くなった区域と、回転を防ぐために誘電体管26と嵌合することができるフランジ58とを有する部分56も含むことができる。部材38は、57cmの長さを有する電極16と共に用いるために、約33.5cmの全体的な長さ L_2 を有することができる。

【0017】

図5は、誘電体管26のポア36内部に配置される実質的に平坦な端部34'を有する

10

20

30

40

50

細長い導電性部材 32' を含む予備電離電極 28' を有する、予備電離システムの別の実施形態を示す。電極 28' は、また、部材 32' の端部 34' から軸方向に離間されて誘電体管 26 のボア 36 内部に配置される実質的に平坦な端部 40' を有する細長い導電性部材 38' も含むことができる。こうして軸方向に離間することにより、誘電体管 26 がひび割れることなく、部材 32'、38' の熱膨張を許容する。

【0018】

図 6 は、誘電体管 26 のボア 36 内部に配置される実質的に凹状の端部 34" を有する細長い導電性部材 32" を含む予備電離電極 28" を有する、予備電離システムの別の実施形態を示す。電極 28" は、また、部材 32" の端部 34" から軸方向に離間されて誘電体管 26 のボア 36 内部に配置される実質的に凸状の端部 40" を有する細長い導電性部材 38" を含むことができる。こうして軸方向に離間することにより、誘電体管 26 がひび割れることなく、部材 32"、38" の熱膨張を許容する。

10

【0019】

図 7 は、誘電体管 26 のボア 36 内部に配置される丸い端部 34' ' ' を有する細長い導電性部材 32' ' ' を含む予備電離電極 28' ' ' を有する、予備電離システムの別の実施形態を示す。電極 28' ' ' は、また、部材 32' ' ' の端部 34' ' ' から軸方向に離間されて誘電体管 26 のボア 36 内部に配置される丸い端部 40' ' ' を有する細長い導電性部材 38' ' ' を含むことができる。こうして軸方向に離間することにより、誘電体管 26 がひび割れることなく、部材 32' ' '、38' ' ' の熱膨張を許容する。

【0020】

20

(動作)

図 1 に戻って参照すると、動作中、主電極 16 と主電極 18 との間の放電に先立って予備電離放出を確立するために、電圧差が誘電体管 26 を半径方向に横切って与えられる。この電位は、いくつかの異なる方法のうち 1 により実現することができる。例えば、電位差は、予備電離電極 28 と導電シム 30 との間に確立できる。この場合、部材 32、38 の両方は、典型的に、同じ電位に保たれる。示されるように、導電シム 30 は、管 26 と主絶縁体 24 との間に位置付けることができ、誘電体管 26 の長さを実質的に沿って延びるように細長くできる。導電シム 30 は、電極 16 と電氣的に接触してもよいし、しなくてもよい。いくつかの実施においては、部材 32、38 は、ハウジング 12 に電氣的に接続されており、つまり、例えば接地等の基準電位に接続される。導電シム 30 及び / 又は電極 16、18 のうちの 1 つは、次に、基準電位に対してバイアスをかけられて、管 26 にわたり電位差を確立することができる。

30

【0021】

1 つの予備電離管 26 のみが、放電電極 16、18 の上流側に位置付けられて示されるが、他の配置も、用途に応じて等しく適切であるということも理解されるであろう。例えば、予備電離管 26 を放電電極 16、18 の下流側に位置付けることも可能であり、或いは、一对の予備電離管 26 を用い、一方は放電電極 16、18 の上流側に位置付け、他方は下流側に位置付けることもできる。

【0022】

米国特許法第 112 条 (35 U.S.C. § 112) を満たすように要求される詳細な説明において、本特許出願において説明され示された実施形態の特定の態様は、上述の実施形態の態様により解決される問題又はそれに対するあらゆる他の理由又はその目的物のためのあらゆる上述の目的を完全に達成することができるが、当業者であれば、本発明の説明された実施形態に関してここで説明された態様は、本発明により広義に考察された主題の例示的なもの、例証、及びそれを代表したものにすぎないことを理解すべきである。ここで説明され、特許請求される実施形態の態様の範囲は、本教示及び明細書に基づいて、当業者には現時点で明らかであり、また明らかになるであろう他の実施形態を完全に包含する。本発明の範囲は、添付の特許請求の範囲によってのみ完全に制約されるにすぎず、添付の特許請求の範囲の記載の範囲外のものに制約されない。こうした特許請求の範囲内の要素の単数形の参照は、こうした特許請求の範囲の要素を、明白に述べたときを除いて「1 つ

40

50

、及び1つのみ」と解釈することを意味することを意図しないし、また意味せず、むしろ「1つ又はそれ以上」を意味する。当業者にとっては公知の又は後で公知になる、上述の実施形態の態様のどのような要素とも構造的及び機能的に同等物のすべては、引用によりここに明確に組み込まれ、本発明の特許請求の範囲に包含されることを意図するものである。明細書及び/又は特許請求の範囲において用いられ、本出願の明細書及び/又は特許請求の範囲において特定して意味を与えられたどのような用語も、いかなる辞書、又は、こうした用語について通常用いられる他の意味に関わらずその意味を有する。本発明の特許請求の範囲により包含されるように、実施形態の任意の態様として明細書において述べられた装置又は方法が、本出願に開示される実施形態の態様により解決することが求められるありとあらゆる問題に対処することは意図されておらず、必須でもない。本開示におけるいかなる要素、構成部品又は方法のステップも、要素、構成部品又は方法のステップが、特許請求の範囲内に明確に記載されているかどうかに関わらず、公衆に供することを意図するものではない。添付の特許請求の範囲のいかなる請求項の要素も、この要素が「のための手段」という語句を用いて特定して記載されているか、又は、方法の請求項の場合、要素が「行為」の代わりに「ステップ」として記載されているのでない限り、米国特許法第112条第6項の条項に基づいて解釈されるべきではない。

10

【0023】

当業者であれば、上記で開示された本発明の実施形態の態様は、好ましい実施形態であることのみを意図し、本発明の開示を限定することは決して意図しておらず、特に、特定の好ましい実施形態だけに限定することを意図するものではないことを理解するであろう。当業者に理解され認識される、開示された発明の開示された実施形態の態様に対して多くの変更及び修正を行うことができる。添付の特許請求の範囲は、範囲及び趣旨において、本発明の開示された実施形態の態様のみならず、当業者にとっては明白である同等物、他の修正及び変更にも及ぶことを意図するものである。

20

【図面の簡単な説明】**【0024】**

【図1】レーザの軸に対して横方向に取られた、ガス放電レーザチャンバの断面図を示す。

【図2】2つの細長い導電性部材を含む予備電離電極を有する予備電離システムの一部の断面図を示す。

30

【図3】図2に示されたシステム内に示される電極内で用いるための第1導電性部材の全長側面図を示す。

【図4】図2に示されたシステム内に示される電極内で用いるための第2導電性部材の全長側面図（部分断面図）を示す。

【図5】それぞれが実質的に平坦な端部をもつ2つの細長い導電性部材を含む予備電離電極を有する、別の実施形態の予備電離システムの一部の断面図を示す。

【図6】一方の部材は凹状の端部を有し、他方の部材は凸状の端部を有する2つの細長い導電性部材を含む予備電離電極を有する、別の実施形態の予備電離システムの一部の断面図を示す。

【図7】それぞれが丸い端部をもつ2つの細長い導電性部材を含む予備電離電極を有する、別の実施形態の予備電離システムの一部の断面図を示す。

40

【 図 1 】

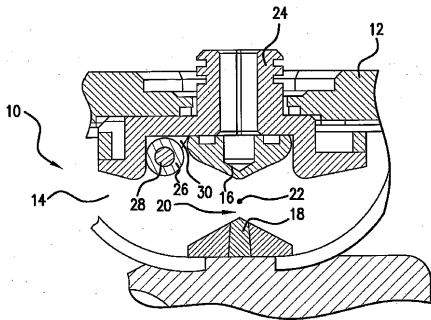


FIG.1

【 図 2 】

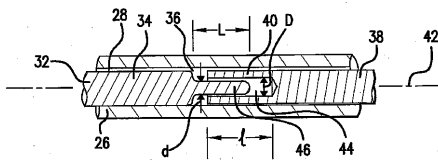


FIG.2

【 図 3 】

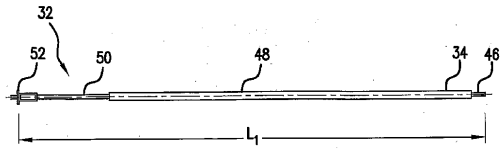


FIG.3

【 図 4 】

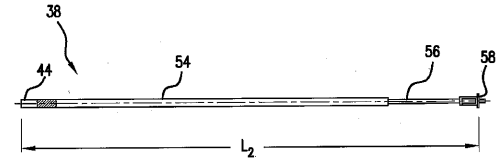


FIG.4

【 図 5 】

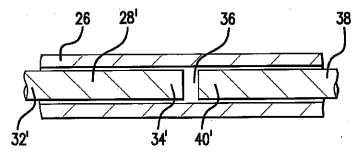


FIG.5

【 図 6 】

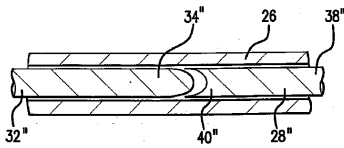


FIG.6

【 図 7 】

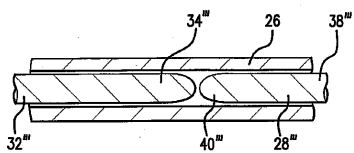


FIG.7

フロントページの続き

- (72)発明者 スティガー トーマス ディー
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 92128 サン ディエゴ ティヴォリ パーク ロー
12080 #8
- (72)発明者 ウジャズドースキー リチャード シー
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 92064 ポーウェイ ツウィン ピークス ロード 1
4540

審査官 杉山 輝和

- (56)参考文献 特表2005-503027(JP,A)
特開平07-169555(JP,A)
特開平02-214178(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01S3/00-3/30