



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102306619 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 20

(21) 申请号 201110125224. 1

(22) 申请日 2008. 02. 14

(30) 优先权数据

11/675, 145 2007. 02. 15 US

(62) 分案原申请数据

200880005300. 1 2008. 02. 14

(73) 专利权人 应用材料公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 J·M·瑞尼西 K·索拉吉

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司
31100

代理人 陆嘉

(51) Int. Cl.

H01K 1/58(2006. 01)

H01K 1/46(2006. 01)

审查员 陈源

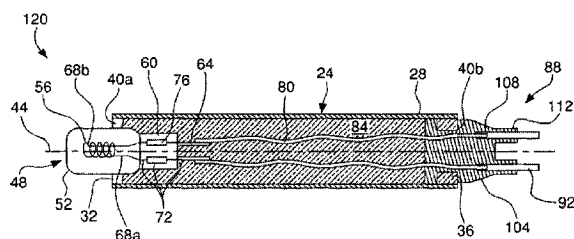
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

用于快速热处理腔室的灯

(57) 摘要

本发明是揭露一种适用于一基板热处理腔室中将以基板加热至高达至少约 1100℃ 的温度的灯组件。在一实施例中, 灯组件包括: 一灯泡, 该灯泡包围住至少一光产生灯丝, 且灯丝附接至一对导线; 一灯座, 是配置以容纳该对导线; 以及一套筒, 其壁厚度为至少约 0.013 英寸, 且包括热传导系数大于约 100W/(K·m) 的一封装化合物 (potting compound)。



1. 一种灯组件,包括:

灯泡,包围至少一光产生灯丝,该灯丝附接至一对导线,该灯泡具有内表面及外表面;
灯座,配置以容纳该对导线;以及

铜或者铝套筒,围绕该灯座,并填充有封装化合物 (potting compound),该套筒的壁厚为至少约 0.020 英寸,该灯组件适用于一基板处理腔室中,以将一基板加热至高达至少约 1100℃ 的温度。

2. 如权利要求 1 所述的灯组件,其中该套筒是铜的。

3. 如权利要求 1 所述的灯组件,其中该套筒是铝的并且具有至少约 0.040 英寸的壁厚度。

4. 如权利要求 1 所述的灯组件,其中该套筒为实质立方体,具有供电线通过的导管。

用于快速热处理腔室的灯

[0001] 本申请是提交于 2008 年 2 月 14 日,申请号为“200880005300.1”,题为“用于快速热处理腔室的灯”的专利申请的分案申请。

[0002] 相关申请

[0003] 本案请求美国专利申请序号第 11/675,145 号的优先权,在此将其揭露内容整体并入以做为参考。

技术领域

[0004] 本发明的实施例一般涉及一种半导体处理系统,特别是一种用于在半导体处理系统中预先加热 (advanced heating) 的灯。

背景技术

[0005] 快速热处理 (RTP) 系统是利用于半导体芯片制造中,用以在半导体基板或晶片上产生表面结构,或是化学改变或蚀刻该表面结构。RTP 通常依赖一高强度白炽灯 (incandescent lamp) 阵列,而灯是安装至灯头 (lamphead) 中并导向基板或晶片。灯可经供电而快速地关闭及开启,并将大部分的光导向该基板。由此,晶片可被快速地加热而不会实质地加热腔室,并且一旦将电力自灯移除之后,晶片可以快速地冷却。

[0006] RTP 系统的一实例是描述于美国专利第 5,155,336 号中 (其让与给本发明的受让人,并将其并入本文以做为参考),该 RTP 系统包括一半导体处理腔室以及设置在半导体处理腔室上的加热源组件或灯头。数个卤素钨丝灯位于灯头中,且该些灯可以以约 300°C / sec 的速率将腔室中的基板加热至高达 1200°C 或更高的温度。在处理过程中,来自灯的红外线光是通过上方窗、光信道及下方窗而至处理腔室中的旋转半导体基板。以此方式,晶片可加热至所需的处理温度。

[0007] 如图 1 所示,现有的用于半导体处理的卤素灯 10 (亦称为卤素钨丝灯) 包括灯泡 12 (亦称为灯罩),卤素灯 10 具有电性耦接于短内导线 16 及长内导线 18 之间且呈线圈形式的光产生灯丝 14。内导线 16、18 是通过金属薄片 22 而连接至外导线 26。金属薄片 22 通常由钼制成。内导线 16、18、外导线 26 及金属薄片 22 皆定位在灯座 20。在制造过程中,灯座 20 是压制在一起而位于金属薄片区域上方,以形成压制密封而密封住灯泡。灯泡 12 通常由石英制成,并且典型填充有含卤素气体。

[0008] 在半导体处理操作过程中,上述灯是以图案化阵列而放置在处理腔室中,以加热设置在腔室中的基板。如上所述,灯是在极高温下操作。一般来说,约半数来自灯的光能是在多次反射后离开相关光管的末端。约半数来自灯的光能则在灯的灯座 20 以及反射镜 (reflector) / 灯头结构处被吸收。相较于在开放空间照射的灯,上述可能会导致灯座温度上升至较高温。若灯座温度过高,则会实质降低灯的平均寿命。破坏金属薄片 22 (其携带电能至灯丝) 周围的密封会导致灯的品质降低。通常由钼制成的金属薄片在高于约 300°C 的处会容易氧化,所造成的氧化钼会使得体积膨胀而使石英破裂或造成开路。因此,必须要提供可冷却灯座 20 的方法。

[0009] 此外,已设计复杂的结构来将灯座 20 的热传导离开。根据现有方法,利用多孔封装化合物 (porous potting compound) 将灯座 20 封进精准外径不锈钢管中。高精度不锈钢管是置入另一高精度不锈钢管中,且此另一高精度不锈钢管的外表面(针对其全部长度)是经水冷却。反射镜套筒围绕灯泡的一部分并设置以将光能量反射离开灯泡。此复杂的冷却机构使得灯可以在足够低的温度下操作以延长灯寿命。

[0010] 另一用于将热传导离开灯的方法是在灯泡内设置热屏障或反射镜板,而位于灯丝(或线圈)以及灯座之间。包括有热屏障或内部反射镜板的灯泡的实例是揭露在 PCT 国际公开号第 W002/03418 号以及美国专利第 6,744,187 号中。包括有热屏障或反射镜板在其内的灯泡可能有效,但该方法需要一增设至灯组件的额外部件。

[0011] 尽管已存在上述的灯冷却方法,仍亦期望提供额外的方法以促进热自灯、灯座及灯头/反射镜套筒而散逸。

发明内容

[0012] 本发明的一实施例是关于一种灯组件,该灯组件包括:一灯泡,是包围至少一光产生灯丝,该灯丝附接至一对导线,该灯泡具有一内表面及一外表面;一灯座,是配置以容纳该对导线;以及一金属套筒,是围绕该灯座,并填充有一封装化合物 (potting compound),该套筒的壁厚度为至少约 0.020 英寸,该封装化合物的热传导系数是超过约 100W/(K-m),该灯组件是适用于一基板处理腔室中,以将一基板加热至高达至少约 1100°C 的温度。根据一或多个实施例,封装化合物的热传导系数是超过约 150W/(K-m),例如大于约 200W/(K-m)。

[0013] 在一或多个实施例中,套筒的壁厚度超过约 0.040 英寸,例如超过约 0.050 英寸。套筒可以由铜或铝制成。根据一或多个实施例,封装化合物包括结合磷酸镁的氮化铝。在一实施例中,封装化合物包括一环氧系 (epoxy based) 封装化合物,且其更包括铜或银。

[0014] 根据一或多个实施例,套筒的剖面形状是实质与灯座的剖面形状相符。在一实施例中,套筒的剖面形状为实质矩形。

[0015] 在另一实施例中,提供一种灯组件,该灯组件包括:一灯泡,是包围至少一光产生灯丝,该灯丝附接至一对导线,该灯泡具有一内表面及一外表面;一灯座,是配置以容纳该对导线;以及一第一封装化合物,是围绕该灯座,且该第一封装化合物的热传导系数超过约 100W/(K-m),该灯组件是适用于一基板处理腔室中,以将一基板加热至高达至少约 1100°C 的温度。在一实施例中,第一封装化合物的热传导系数是超过约 150W/(K-m),且可超过约 200W/(K-m)。

[0016] 在一实施例中,该灯组件可包括一第二封装化合物,该第二封装化合物是邻近该灯泡,该第二封装化合物相对于该第一封装化合物而具有较低的热传导系数及较高的反射性。在部分实施例中,第一封装化合物包括一环氧系氮化铝化合物,以及第二封装化合物包括一氧化锆系 (zirconia based) 封装化合物。根据一实施例,第二封装化合物是存在于厚度小于约 1 毫米 (mm) 的一层中。

附图说明

[0017] 为让本发明的上述特征更明显易懂,可配合参考实施例说明,其部分乃绘示如附

图式。须注意的是,虽然所附图式揭露本发明特定实施例,但其并非用以限定本发明的精神与范围,任何熟习此技艺者,当可作各种的更动与润饰而得等效实施例。

[0018] 图 1,绘示现有的用于半导体处理中的卤素灯。

[0019] 图 2,绘示根据本发明的一实施例的灯组件的剖面视图。

[0020] 图 3,绘示根据本发明的一实施例的灯组件的立体视图。

具体实施方式

[0021] 在下方描述中,所提出的特定细节是用于提供对本发明的全盘了解。然而,应了解熟悉该技术领域的人士可在不包括该些特定细节下而实施的。在其它实例中,并不显示出熟知的组件,以避免对本发明造成不必要的混淆。

[0022] 本发明的实施例一般是提供适用于基板热处理腔室中以将基板加热至至少约 1100℃(例如高达约 1350℃)的灯组件。根据一或多个实施例,可用于半导体基板处理中的快速热处理设备的灯组件是设计以将沿着管长度的热流出并穿过封装化合物,以相对于现存灯泡而能更快速地冷却灯泡。根据本发明的实施例,可期望灯的寿命会延长,且可预防因为灯泡及灯座的过度加热所导致的过早灯泡失效。

[0023] 根据本发明的实施例,增加围绕灯组件的管或套筒的热传导系数(thermal conductivity),及/或增加管或套筒的厚度,用以促使将热传导离开灯泡。在现存的灯组件中,围绕灯组件的套筒一般由不锈钢制成。根据一或多个实施例,铜或铝是用作为围绕灯组件的套筒,以增加套筒的热传导系数(相较于现有灯组件)。在另一实施例中,可使用具有较高热传导系数的封装化合物,以促进将热传导离开灯泡及灯座。在现存灯组件中,于现存灯组件中所使用的封装化合物的热传导系数为 1-2W/(K-m)。根据本发明的实施例,灯组件中所使用的封装化合物的热传导系数超过约 100W/(K-m),例如超过 150W/(K-m),且更特定为超过 200W/(K-m)。通过单独增加套筒的热传导系数或是结合增加套筒的厚度及增加封装化合物的热传导系数,会大幅地促进热传导离开灯泡及灯座而至流经不锈钢外壳(围绕数个灯组件)的冷却流体。

[0024] 现请参照图 2,是显示灯组件 120 的一实施例,其可用于供应热能至基板处理腔室中的基板。此处所述的灯组件 120 的该实施例及其它实施例仅作为示例用,然而,不应用于限制本发明的范畴。

[0025] 在一实施例中,灯组件 120 包括一套筒或主体 24,其是提供结构的基础以容设灯组件 120 并将热传输至灯组件 120 之外。套筒或主体 24 包括一包围壁 28 以及第一与第二端 32、36。包围壁 28 在第一与第二端 32、36 具有开口 40a、40b。在一实施例中,包围壁 28 包括一金属,其利于热传输并可提供反射表面。举例来说,套筒 24 可包括不锈钢,其可经过摩擦或抛光而为反射性。热模型显示更具传导性的套筒材料(例如铜或铝)会更增进热传并减少邻近灯管的热。再者,增加套筒的壁厚度而不增加管的总外径可更增进热传远离灯泡。在非限制性的实例中,用于 RTP 腔室的灯泡的套筒外径可以为约 0.619 英寸,内径为约 0.592 英寸,而使套筒壁厚度为约 0.013 英寸。热模型亦显示增加管的壁厚度至大于约 0.020 英寸(特别是大于约 0.040 英寸,且更特别是大于约 0.050 英寸)会大幅地促进热流离开灯泡并降低灯泡的温度。热模型是用于判定改变套筒材料、封装化合物的热传导系数及套筒厚度对于温度的效应。在 RTP 腔室的不同位置分析其温度。可确定的是,

利用一具有较高传导系数的套筒材料,并结合较大的套筒厚度及/或具有较高传导系数的封装化合物,会使得灯管内或邻近灯管的部分位置处的温度降低约 75°C ~约 100°C 。在一实施例中,管是由高传导系数的金属构成,并且管之外壳内含有少量或是不含有封装化合物。在此实施例中,管为一实质立方体,并具有供电线通过的导管,且在部分实例中,灯泡及插头是置入管的相对端。在 RTP 腔室的早期世代中,灯泡是容设在灯头的冷却剂浸湿区域 (coolant-wetted region) 中,并且相信来自灯泡的大多数能量是横向地(径向地)传导离开灯泡,并通过石英部件、气隙及灯头钢管而至冷却剂。在使用工具的工艺的态样中,认为来自灯泡/线圈的少量的热会透过封装化合物而通过密封区域,并接着横向地至冷却剂。使用可轻易获得的具有较低热传导系数的封装材料并非是一个问题。在 RTP 腔室的现今世代中,所需求的是较高的工艺温度,且灯泡延伸超过灯头的冷却剂浸湿区域,故改善的轴向热传输是有利的。

[0026] 在所示的实施例中,套筒 24 具有圆形的剖面,而其是易于制造。然而,如下将描述者,亦可以为其它的剖面形状,包括正方形、矩形、三角形及多拱形。在一或多个实施例中,套筒 24 的形状是实质符合灯座的形状。套筒 24 的纵轴 44 是平行于包围壁 28,并垂直于套筒 24 的剖面。

[0027] 所示的灯组件 120 包括安装在套筒或主体 24 的第一端 32 的灯组件 48。一般来说,灯组件 48 包括光穿透灯泡或灯罩 52,其含有在灯丝 56 周围的内部大气。灯罩 52 可包括多种形状,例如管状、圆锥状、球状及多拱形。灯泡或灯罩 52 亦包括一收缩密封端 (pinch seal end) 或灯座 60,其允许电连接器 64 通过其中,另外,灯泡或灯罩 52 亦包括一真空管(图中未示),而其用于在制造过程中自灯罩 52 移除气体或添加入气体,且灯罩 52 会接着被密封。灯泡或灯罩 52 包括石英、硅石玻璃 (silica glass)、铝硅酸盐玻璃或其它适合的光穿透材料。包含在灯罩 52 内的内部大气例如包括含卤素气体。灯罩 52 及灯座是经制造而可耐受与半导体基板快速热处理腔室相关的高温及快速温度改变。举例来说,灯组件应可耐受源自将晶片处理至高达至少约 1100°C 的温度、且高达约 1350°C 的温度以及温度改变为约 $300^{\circ}\text{C}/\text{sec}$ 的局部环境。

[0028] 位于灯组件 48 的灯罩 52 内的光产生灯丝 56(显示为线圈形式)具有二端 68a、68b,而该些端 68a、68b 是电性连接至电连接器 64。灯丝 56 包括电阻金属线,且在一实例中为钨金属线。灯丝 56 可以为单一线圈或多个线圈,或是包括缠绕数过多的线圈 (overwound coils) 的缠绕线圈,或者是包括平面带 (strip)、波状平面带或是缠绕数过多的平面带,且灯丝 56 在其中间点或是末端 68a、68b 连接至灯组件电连接器 64。可通过调整灯丝 56 本身的参数而对灯丝 56 的电学特性作一调整,该些参数例如为其单位长度的重量、直径及线圈参数。在操作过程中,灯丝 56 可以产生介于例如高达约 1kW 的瓦特数范围的光(在约 $120\text{V}_{\text{AC,rms}}$ 的操作电压下)。典型地,该光是处于深紫外光、紫外光、可见光、红外线或近红外线范围。

[0029] 灯组件电连接器 64 自位于灯组件灯罩 52 外侧的电源供应电力至灯丝 56,以在灯丝 56 及电源之间形成电性连接。灯组件电连接器 64 一般包括金属线 72 或金属薄片 76 或是其部分组合,而金属线 72 及金属薄片 76 具有良好的电传导系数,例如钼金属线。电连接器 64 亦可包括其它金属,例如钨、镍镀钢或是其它具有低电阻及可靠携带高电流的能力的金属。

[0030] 灯罩 52 的收缩密封端或灯座 60 包括一区域,在该区域中,灯罩 52 是实质压缩于灯组件 48 的电连接器 64 的周围。电连接器 64 在其进入灯罩 52 以将外部电源电性连接至灯丝 56 时,电连接器 64 会通过收缩密封端或灯座 60,并通过收缩密封端或灯座 60 而定位。收缩密封端或灯座 60 形成密封,以维持灯罩 52 内的内部大气的压力及组成。灯组件 48 是至少部分安装在套筒或主体 24 的第一端 32 中。

[0031] 灯组件 120 亦包括一或多个传输线 80,以将电力由灯组件 120 的第二端 36 传送至灯组件 48。在一实施例中,灯组件 120 包括一对传输线 80,而每一个传输线 80 是连接至灯组件 48 的一对电连接器 64 的其中一者。传输线 80 包括电导线,其具有较低的电阻。在一实施例中,传输线 80 的电阻不会大于约 0.1 欧姆 (ohms)。传输线 80 通过焊接、熔接、物理性磨蚀 (physical abrasion)、音波耦接或是其它可建立较低电阻的电性连接的连接形式而电性连接于灯组件 48 的电连接器 64 的一端。传输线 80 亦具有弹性以允许其本身的动作及弯折。举例来说,在一实例中,传输线 80 的杨氏模数 (Young's Modulus) 为约 30GPa ~ 约 130GPa。此允许在灯组件的组装及操作过程中,可以弯折及操作传输线 80,但亦允许其保有足够的硬度以维持其形状。

[0032] 灯组件 120 包括设置于套筒或主体 24 内的封装化合物 84,其促进灯组件 120 的热产生组件以及套筒或主体 24 之间的热传输。热产生组件例如包括灯组件 48 及传输线 80。封装化合物 84 将热能传输至套筒或主体 24,而其可接着将热传送至灯组件 120 外。在一实施例中,封装化合物 84 是至少位于灯组件 48 的收缩密封端或灯座 60 以及套筒或主体 24 的包围壁 28 之间。举例来说,封装化合物 84 可实质位于收缩密封端或灯座 60 的周围,且一路延伸至包围壁 28。封装化合物 84 亦可延伸超过灯组件 48 的收缩密封端或灯座 60,举例来说,在一实施例中,封装化合物 84 延伸而朝向套筒或主体 24 的第二端 36。参照上述,根据本发明的实施例,具有高传导系数的封装化合物例如为其热传导系数超过 100W/(m-K),特别超过 150W/(m-K),又特别超过 200W/(m-K) 的封装化合物。一尤其适合的化合物为主成分是氮化铝的封装化合物。一适当封装化合物的实例为购自 Aremco 的 Ceramacast 产品号 675。其它适当的封装化合物可包括填充氧化铝的封装化合物或是环氧系封装化合物。

[0033] 在一实施例中,相对于高热传导系数的封装化合物而具有较高反射性的低热传导系数的封装化合物薄层是用于包围住灯泡,以促使热反射远离灯泡。举例来说,厚度为至少约 1mm 且热传导系数为 1-2W/(m-K) 的锆石系 (zircon based) 封装化合物可用于包围邻近灯座 60 的灯泡,且管的其它部位可填充有较高传导系数的化合物。

[0034] 如该技术领域所熟知,针对水凝性封装化合物,在灯组件 120 的制造过程中,封装化合物 84 是经加热以移除或减少其水含量。举例来说,在一实施例中,封装化合物 84 经加热后的水含量不超过 0.1% (以重量计)。残留的水含量在灯的操作过程中可释出。封装化合物 84 亦可充分展延,以利于其在热连续区域结合至灯组件 120 中。

[0035] 灯组件 120 包括位于套筒或主体 24 的第二端 36 的插头 88。插头 88 是与外部电源产生连接,且可调节灯头与外部电连接器之间的未对准情形。插头 88 可以由硬质材料或弹性体材料制成。再者,插头 88 可以相对于套筒或主体 24 的第二端 36 而固定,或是如图所示而插入主体 24 的第二端 36 中,亦或是其可相对于套筒或主体 24 的第二端 36 而弹性定位。当插头 88 为弹性定位时,插头 88 可以朝垂直于纵轴 44 的方向而相对于套筒或主体 24 的第二端 36 移动。虽然弹性定位插头 88 具有部分优点,例如,易于制造,但是仍期望弹

性体插头 88 固定至套筒或主体 24 的第二端 36。插头 88 具有电连接器 92, 其将电能传送至传输线 80。插头 88 包括可耐受将水分自封装化合物 84 移除所需的温度的材料。在一实施例中, 封装材料可耐受暴露于至少约 165℃ 下至少约 15 小时。插头 88 可以由硬质材料或弹性材料制成。硬质材料通常相对于弹性材料而可使插头 88 暴露在较高温度下较长的时间。弹性材料(例如弹性体)一般无法暴露于如同硬质材料所耐受的较高温度, 此乃因为弹性是需要较弱的内部键结, 而其亦通常会造成较低的热稳定性, 但是它们仍可用于本发明的实施例中。举例来说, 用于弹性插头的弹性体材料 Santoprene 201-64 可耐受约 150℃ 的温度约 15 小时(在其弹性及其它特性开始降低之前)。可用于弹性插头的其它弹性体为铂催化硅, 其可耐受超过 180℃ 的温度约 15 小时, 例如 GE LIM9070。

[0036] 插头 88 亦可包括一对电连接器 92, 其经成形而与基板处理室中的容设插座为紧配, 并且电性连接至传输线 80。电连接器 92 将来自插座的电力传送至传输线 80, 其会接着将电力传送至灯组件 48。插头 88 的电连接器 92 包括一电传导材料, 例如金属。举例来说, 在一实例中, 电连接器 92 包括铁合金、镍或铜或其混合物。在一态样中, 电连接器 92 可包括材料的组合, 其中一材料是电镀或沉积在另一材料上。

[0037] 插头 88 包括第一插头组件 104, 该第一插头组件 104 是提供结构基础以承接电连接器 92 及容设灯组件传输线 80。所示的第一插头组件 104 并未直接附接至灯组件 120 的主体 24, 但是在一或多个实施例中, 插头 88 可附接至套筒或主体 24。第一插头组件 104 具有一主体 108 以容纳及至少包围电连接器 92 及传输线 80。插头组件 104 亦可具有延伸部 112, 其具有相对较大的尺寸而可进一步支撑电连接器 92, 且可以针对高压操作而提供额外绝缘。第一插头组件 104 的形状及尺寸的其它变化亦为可能。

[0038] 参照图 3, 其示出灯组件 220 的立体视图, 其中套筒 224 的剖面为实质矩形, 而其与灯座 260 及插头 208 的剖面形状相符, 插头 208 具有自其延伸的连接器 292。灯泡或灯罩 252 的剖面为实质圆形。如该技术领域所知, 灯组件 220 可置入水或其它流体冷却的不锈钢外壳中, 而该外壳是用于冷却灯组件。如上所讨论者, 通过调整套筒壁厚度、套筒的热传导系数及封装化合物的热传导系数的一或多者, 则可改善热传输至冷却流体, 因而增进灯泡寿命。

[0039] 在说明书中所述参照“一实施例”、“部分实施例”、“一或多个实施例”是指参照实施例所描述的特定特征、结构、材料或特色可包括在本发明的至少一实施例中。因此, 本说明书中的各处所出现的用语, 例如“在一或多个实施例中”、“在部分实施例中”、“在一实施例中”, 其并非一定要参照本发明的相同实施例。再者, 在一或多个实施例中, 特定的特征、结构、材料或特色可以采任何适当的方式结合。

[0040] 应了解上方说明是欲作为说明性而非限制性。在阅读本说明书之后, 许多其它的实施例对于熟习此技术的人员是明显的。因此, 本发明的范畴是参照所附专利申请范围以及专利申请范围所界定的等效范围而决定。

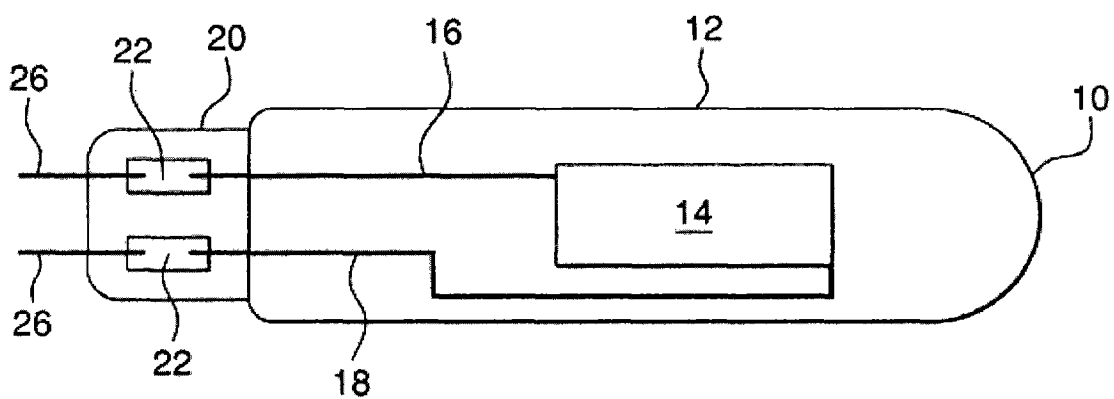


图 1(现有技术)

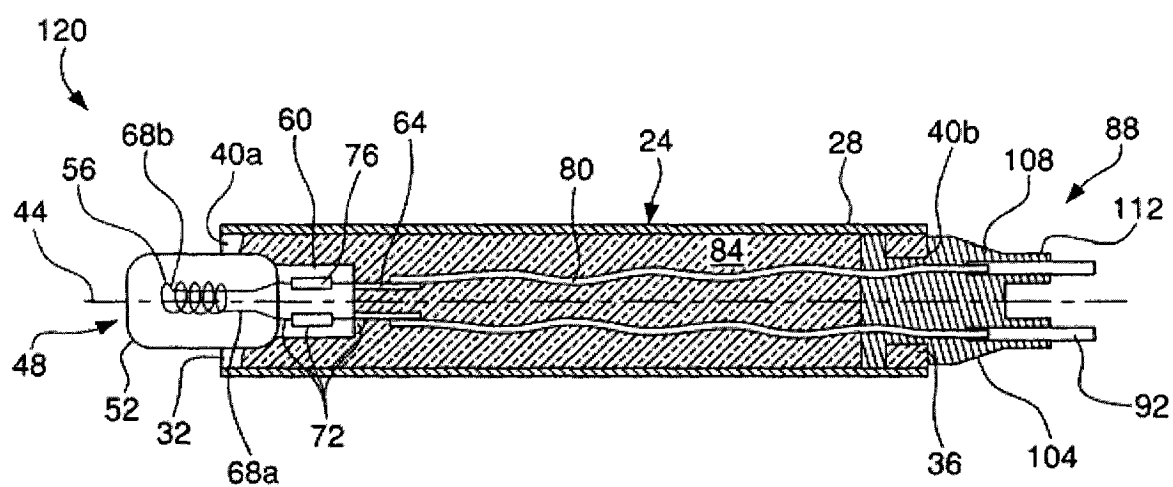


图 2

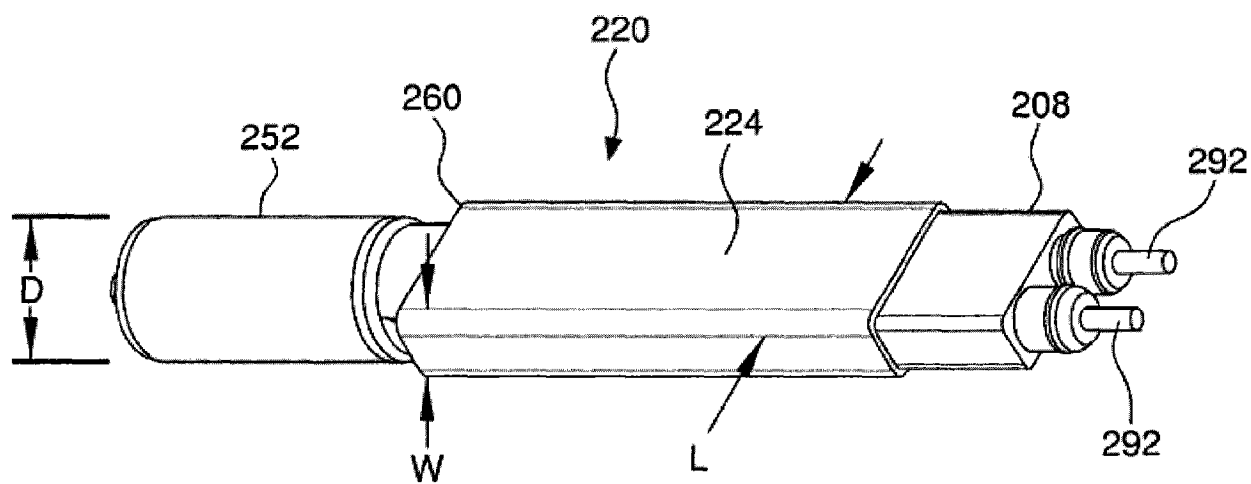


图 3