[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl[7]
G21B 1/00

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 95191401.4

[45] 授权公告日 2003 年 11 月 12 日

[11] 授权公告号 CN 1127735C

[22] 申请日 1995.1.27 [21] 申请号 95191401.4

[30] 优先权

[32] 1994. 1.27 [33] IT [31] SI94A000001

[86] 国际申请 PCT/IT95/00008 1995.1.27

[87] 国际公布 WO95/20816 英 1995.8.3

[85] 进入国家阶段日期 1996.7.29

[71] 专利权人 锡耶纳技术研究大学

地址 意大利 锡耶纳

[72] 发明人 弗朗西斯科·皮亚内特利

[56] 参考文献

DE3913503 1990.10.31 G21B1/00

WO9013124 1990.11.01 G21B1/00

WO9013125 1990.11.01 G21B1/00

WO9305516 1993.03.18 G21B1/00

FUSIONTECHNOLOGYVOL.19,NO.2

1991 - 03 - 01 FANG,P,H,Deuterium,fusion,through,nonequilibrium,induction

审查员 许国宽

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所

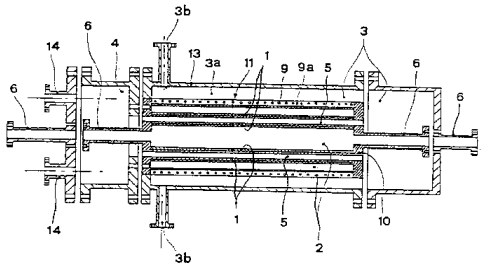
代理人 王 申

权利要求书 5 页 说明书 12 页 附图 2 页

[54] 发明名称 利用非调谐受激聚变的能量发生和发生器

[57] 摘要

利用吸附在金属上的氢同位素的非调谐受激聚变的能量发生过程和能量发生器，包括：装料步骤，在金属芯料(1)上装填一定量的氢同位素 H 和 D；加热步骤，其中上述芯料(1)被加热(9)到一个高于组成芯料的材料的德拜温度的温度；起动步骤，其中以小于 0.1 秒的上升时间产生一个振动应力，该应力激活上述氢同位素的核聚变反应；稳定步骤，在该步骤期间，由于稳定振荡的相干多模系统的平稳保持，可以交换(3、5)在芯料(1)中发生的 H + D 核聚变反应产生的热量。



ISSN1008-4274

1. 利用吸附在金属上的氢同位素的非调谐受激聚变的能量发生器，

所述发生器的特征在于，包括：

一种结晶活性金属芯料，其上吸附了氢同位素；

一个包含上述活性芯料的发生箱；

安置在上述发生箱内部或其周围的热交换机构，其中流动一种热载体液体；

用于以小于 0.1 秒的上升时间在上述芯料内产生一个振动应力的机构；

用于将氢同位素装入金属芯料的机构；以及

用于将芯料加热到一个温度，该温度既高于德拜常数，又低于该金属失去结晶结构的温度值，

该发生器所利用的方法包括以下步骤：

装料步骤，在金属芯料上装填一定量的吸附在该芯料晶格中的氢同位素 H 和 D，吸附在上述芯料上的氢同位素为天然氢，其中具有 D 对 H 的同位素比例为 1/6000；在装料步骤末尾，吸附在金属上的 H 和 D 原子的集聚使氢同位素对金属原子的数目的比超过 0.3；

加热步骤：组成上述芯料的材料的德拜常数温度是一个阈值温度，根据形成上述芯料的材料类型的不同，把上述装有氢同位素的芯料加热到一个比上述阈值温度高几度至几十度的温度；并且比芯料金属失去晶体结构的温度值低；

起动步骤：其中以小于 0.1 秒的上升时间产生一个振动应力，该应力激活上述氢同位素的核聚变反应；

稳定步骤：在该步骤期间，由于稳定振荡的相干多模系统的平稳保持，可以保持交换在芯料中发生 H + D 核聚变反应产生的热量，保持载带反应的金属芯料的温度低于该金属芯料的转变温度，而且使金属芯料升到的稳定作用温度必须不能接近该金属芯料的特定的临界温

度，在该临界温度下，发生从晶格中析出氢的现象；

停止步骤：产生另一个振动应力，该应力通过可靠地局部产生熵而停止稳定振荡的相干多模系统，从而停止聚变反应；

2. 根据权利要求 1 所述的能量发生器，其特征是还包括，用于在上述装料步骤、起动步骤和稳定步骤期间向上述芯料外加一个强度大于 0.1 忒斯拉的磁场。

3. 根据权利要求 1 的能量发生器，其特征是，包括用于在上述稳定步骤之后将上述芯料冷却到上述阈值温度以下而使聚变反应停止的机构。

4. 根据权利要求 1 的能量发生器，其特征在于，还包括一个机构，该机构用于在上述稳定步骤之后产生另一个破坏上述稳定振荡的相干多模系统的振动应力，该应力局部产生熵而使聚变反应停止。

5. 根据权利要求 4 的能量发生器，其特征在于，其中上述用于产生另一个振动应力的机构包括用于在包含上述活性芯料的所述箱中造成暂时真空的机构和用于引入多原子气体于箱中而产生上述另一振动应力的机构。

6. 根据权利要求 5 所述的能量发生器，其特征在于，其中所述多原子气体包括 H_2，D_2，HD，HT，C_2H_4，NH_3，N_2，O_2 或两种或两种以上这些气体的混合。

7. 根据权利要求 1 的能量发生器，其特征在于，其中所述用于在所述芯料上以小于 0.1 秒的上升时间产生一个振动应力的机构包括用于产生通过将一种具有 1 毫巴至 4 毫巴压力梯度的多原子气体引入包含上述芯料的箱中所得到的热应力的机构。

8. 根据权利要求 1 所述的能量发生器，其特征在于，其中所述用于产生一个振动应力的机构是以小于 10^{-1} 秒的上升时间将一种扭转、拖拉或压缩的机械冲击加到上述活性芯料的端部上而产生的。

9. 根据权利要求 1 所述的能量发生器，其特征在于，其中所述用于以小于 0.1 秒的上升时间产生一个振动应力的机构是将一个电流脉冲加到上述活性芯料从而产生电致伸缩的机构。

10. 根据权利要求 1 所述的能量发生器，其特征在于，其中所述用于以小于 0.1 秒的上升时间产生一振动应力的机构包括用于将激光束脉冲射在上述芯料上的激光装置。

11. 根据权利要求 1 所述的能量发生器，其特征在于，其中所述用于以小于 0.1 秒的上升时间产生一个振动应力的机构是用于将产生的射频脉冲加到上述活性芯料上的机构，该射频脉冲具有频率对应于上述氢同位素的自旋的共振频率。

12. 根据权利要求 1 所述的能量发生器，其中，所述用于以小于 0.1 秒的上升时间产生一个振动应力的机构是用于将产生的射频脉冲加到上述活性芯料上的机构，该射频脉冲具有的频率对应于上述芯料晶格的自由电子的等离子体频率。

13. 根据权利要求 1 所述的能量发生器，其中所述用于以小于 0.1 秒的上升时间产生一个振动应力的机构是用于将超声振动产生的脉冲加到上述活性芯料上的机构，活性芯料包含在一个共振腔内。

14. 根据权利要求 1 所述的能量发生器，其中，所述用于以小于 0.1 秒的上升时间产生一个振动应力的机构是用于将频率等于上述芯料的机械共振频率的交流电压脉冲送到金属芯料的端部，从而产生反压电效应的机构。

15. 根据权利要求 1 所述的能量发生器，其中所述用于以小于 0.1 秒的上升时间产生一个振动应力的机构是用于沿所述金属芯料产生一个磁场的机构，该磁场其峰值高于磁饱和强度而其上升时间小于 10^{-1} 秒。

16. 根据权利要求 1 所述的能量发生器，其中，通过电解吸附将氢同位素装填到所述金属芯料上的机构是电解装置。

17. 根据权利要求 1 所述的能量发生器，其中，设置有将上述芯料浸在含氢的气体氛围中的机构。

18. 根据权利要求 1 所述的能量发生器，其中，将所述芯料浸在所提供的 HCl，HNO_3，H_2SO_4 中的一种溶液中而完成将氢同位素装在芯料上。

19. 根据权利要求 1 所述的能量发生器，其中，设有一个含 NH_3

的电镀槽，组成芯料的金属被沉积在由 Cu 或陶瓷构成的支承体上，上述芯料浸在电镀槽中，从而将所述氢同位素装在所述芯料上。

20. 根据权利要求 1 所述的能量发生器，其特征在于它包括:

一个包含上述活性芯料的发生箱，该箱内氢的绝对压力保持在 1 – 1000 毫巴的值，在任何情况下都小于 4 巴。

21. 根据权利要求 20 的发生器，其中，上述活性芯料具有一根插在上述发生箱内的杆的形状。

22. 根据权利要求 20 的发生器，其中，上述起动反应的机构包括一个插在陶瓷基体中并围绕形成上述发生箱的支承外壳缠绕的电气线圈。

23. 根据权利要求 22 的发生器，其中，上述发生箱被一个延伸在两个焊接于上述支承外壳上的法兰之间的管套穿过，该管套穿过上述法兰并与组成一个被圆筒形外壳限定的环状外套的预备箱连通，该管套也与一个收集圆顶箱连通，该收集圆顶箱与外部热交换用的机构和热载体流体的循环泵连接。

24. 根据权利要求 23 的发生器，其中，上述金属活性芯料是电镀在上述管套上的。

25. 根据权利要求 23 的发生器，其中，上述发生箱通过轴向导管与气罐和空气泵连通，该轴向导管一侧穿过上述圆顶箱而另一侧穿过上述预备箱，该气罐和空气泵适合于将氢或其它气体输入上述发生箱而产生热应力并起动上述反应。

26. 根据权利要求 20 的发生器，其中，上述发生箱包含在一个插入了电气绕组的加热圆筒中，一个围绕该圆筒的外套由一个支承外壳和一个圆筒形外壳形成并允许通过上述热载体流体，上述发生箱通过一个圆顶箱与一个气缸和一个空气泵连通，上述芯料与一个电极接触，该电极适合于将一个脉冲传送给该芯料以起动上述反应。

27. 根据权利要求 20 的发生器，其中，上述芯料是一个电镀在 Cu 或陶瓷支承体上的金属层。

28. 根据权利要求 20 的发生器，其中，上述芯料是一种存在于上述发生箱中的金属粉末。

29. 根据权利要求 20 的发生器，其中，上述起动上述反应用的机构包括一个固定在上述芯料上的压电电极。

利用非调谐受激聚变的能量发生和发生器

技术领域

本发明涉及利用核聚变产生能量的领域，更准确地说，本发明涉及一种利用吸附在晶格上的氢同位素的非调谐受激聚变的能量发生过程。

其次，本发明涉及一种完成上述过程的能量发生器。

现有技术的说明

获取能量问题已经驱使工业和研究实验室越来越多地研究新能源。其中，一种特别令人感兴趣的能源是核聚变。

在研究核聚变期间，一位申请人为此实现了一种在意大利专利申请 No.SI/92/A/00 0002 中说明的“利用激发含氘材料的晶格振动得到的能量产生过程的起动和控制用的装置”。

作为上述装置功用基础的过程包括一个制备电极的步骤，电极由一种能够接受氘的单一金属或金属成分合金形成并具有精确的晶体结构如立方晶系的金属材料组成。上述制备电极的过程首先包括对电极脱气以净化其晶体结构的操作。随后，在预先建立的温度和压力下使一定量的氘（D）进入电极的晶格。

然后，当氘原子对金属原子的数目比（D/Me）超过 0.7 的阈限值时，在外加一种促使依次相连的晶格平面进入推拉震动的扰动之后在吸附于晶格中的氘原子中激活一种聚变反应 D + D。提供了除去由聚变产生的热能用的系统。

但是，上面例示的装置和过程当将其真正投入实践时却存在相当大的困难。首先，在装置的工业应用情况下氘的使用很昂贵。其次，反应的起动步骤几乎不可控制或不可重复。事实上，在许多情况下，得到的能量值与在可归因于 D + D 反应的能量值的基础上预期的不相

同，而且在任何情况下，在同样的制备和起动的初始条件下能量值并不恒定。

文件 WO90/13 124 说明一种通过增大单原子氘的活性引起冷聚变反应的产生热能的方向。但是，反应仅仅在利用电场永久激发芯料的情况下才发生，而且能够产生的能量少于其维持所需的能量。

发明内容

与上述相反，本发明的一个目的是提供一种发生能量的过程，该过程能够完成吸附在金属上的氢同位素的聚变，它能够在工业水平上廉价地重复，并能容易地激活和停止。

本发明的另一个目的是提供一种激活上述过程的能量发生器。

这些目的和其它目的是通过本发明完成的，其中所述能量发生器的特征在于，包括:

一种结晶活性金属芯料，其上吸附了氢同位素;

一个包含上述活性芯料的发生箱;

安置在上述发生箱内部或其周围的热交换机构，其中流动一种热载体液体;

用于以小于 0.1 秒的上升时间在上述芯料产生一个振动应力的机构;

用于将氢同位素装入金属芯料的机构；以及

用于将芯料加热到一个温度，该温度既高于德拜常数，又低于该金属失去结晶结构的温度值。其中能量发生器所利用的方法的特征在于它包括:

装料步骤，在金属芯料上装填一定量的吸附在该芯料晶格中的氢同位素 H 和 D，吸附在上述芯料上的氢同位素为天然氢，其中具有 D 对 H 的同位素比例为 1/6000; 在装料步骤末尾，吸附在金属上的 H 和 D 原子的集聚使氢同位素对金属原子的数目的比超过 0.3;

加热步骤: 组成上述芯料的材料的德拜常数温度是一个阈值温度，根据形成上述芯料的材料类型的不同，把上述装有氢同位素的芯料加热到一个比上述阈值温度高几度至几十度的温度；并且比芯料金

属失去晶体结构的温度值低;

起动步骤: 其中以小于 0.1 秒的上升时间产生一个振动应力, 该应力激活上述氢同位素的核聚变反应;

稳定步骤: 在该步骤期间, 由于稳定振荡的相干多模系统的平稳保持, 可以保持交换在芯料中发生 H + D 核聚变反应产生的热量, 保持载带反应的金属芯料的温度低于该金属芯料的转变温度, 而且使金属芯料升到的稳定作用温度必须不能接近该金属芯料的特定的临界温度, 在该临界温度下, 发生从晶格中析出氢的现象;

停止步骤: 产生另一个振动应力, 该应力通过可靠地局部产生熵而停止稳定振荡的相干多模系统, 从而停止聚变反应。

万一需要中断聚变反应, 就同时提供一个停止聚变反应的步骤, 方法是产生另一个振动应力, 该力破坏上述稳定振荡的相干多模系统。

在上述加热步骤中必须一定被超过的阈值温度是德拜常数温度, 许多可利用的金属的德拜常数温度列于表 I. 为了反应成功的可能性更大, 上述阈值温度必须至少超过一个从几度到几十度的ΔT 值, 根据形成活性芯料的材料类型而不同。德拜常数在任何情况下都可以分析式地计算, 因为它等于 $h/K^* \gamma_{cr}$, 式中 h 为普朗克常数, K 为波尔兹曼常数而γ_{cr}为每种材料的典型频率(更详细的叙述见 Charles Kittel 牟"固态物理引论", John Willey & Sons 公司出版, 纽约)。

待吸附于上述芯料中的氢的种类最好是天然氢, 或者换句话说, 在同位素 D 和 H 之间具有约 1/6000 的比例。但是也可以利用贫氘的或富氘的天然氢得到反应, 在任何情况下要求 D 对 H 的同位素比例高于 1/80000, 最好为 1/10000 至 1/1000 之间。

发生器的特征是它装备的反应堆包括:

一种活性芯料, 其上吸附了可能富氘的天然氢;

一个包含上述活性芯料的发生箱;

一个用于加热热载体流体的预备箱;

一个用于收集上述热载体流体的圆顶箱;

若干根管子, 在管子中上述流体从上述预备箱穿过上述发生箱流

向上述收集圆顶箱。

从下列关于本发明的一些可能的实施例的作为例子而非限制性的参照附图的说明中，可以清楚根据本发明的过程和发生器的其它特征和优点。

附图简要说明

图 1 表示根据本发明的发生器的第一实施例的纵向截面图；

图 2 表示根据本发明的发生器的第二实施例的纵向截面图；

表 I 列出若干种金属和合金的德拜常数。

具体实施方式

参照图 1，一个根据本发明驱动该过程用的发生器包括一个发生箱 2，该发生箱 2 被一个用铜制造的管套 5 穿过，管套 5 延伸在两个法兰 10 之间，两个法兰 10 焊接在一个从外部限定发生箱 2 的支承外壳 11 上。管套 5 穿过法兰 10 并与预备箱 3 连通，预备箱 3 包括一个具有入口 3b 的圆筒形外壳 13 限定的环形外套 3a。其次，管套 5 与收集圆顶箱 4 连通，后者通过带法兰的管嘴 14 与用于热交换的机构和循环泵连通，后两者没有示出。

发生箱 2 通过轴向导管 6 与没有示出的气罐和空气泵连通，导管 6 一侧穿过圆顶箱 4 另一侧穿过预备箱 3，气罐和空气泵利用已知类型的连接件安置在外壳 13 的外部。导管 6 适合于将氢或其它气体输送到发生箱 2 中。

在管套 5 上电镀一层厚几毫米的金属活性芯料 1。围绕支承外壳 11 缠绕一个例如插在陶瓷基体 9a 中的电气线圈 9。

来自入口 3b 并穿过管套 5 的流体在外套 3a 中预热自身，并排除在氢同位素的非调谐聚变反应期间在芯料 1 中发生的热量，该聚变反应的起动将在后面说明。

参照图 2，根据本发明的发生器的另一实施例包括一种活性芯料 1，芯料 1 具有圆筒形杆的形状，插在包括于加热圆筒 20 中的箱 2 内，加热圆筒 20 中插入一个电气绕组 9。

由支承外壳 11 和圆筒形外壳 13 形成的外壳 15 允许通过热载体

流体，热载体流体通过入口 22 进入并在沿轴向接触外壳 11 后从出口 23 流出。箱 2 中存在的气体通过箱 24 受到控制，箱 24 利用已知类型的连接件与未示出的气罐和气泵连通。芯料 1 接触电极 25，电极 25 适合于将一个压电型脉冲传送给芯料 1，以激活氢同位素的非调谐聚变反应，后者现在将予以说明。

在图 1 和 2 的两个发生器中，绕组 9 具有多重功能，因为，除了产生芯料吸附氢所需的磁场外，它们同时具有加热热载体流体的箱的功能以及例如利用具有磁致伸缩效应的电脉冲来起动反应的功能。

在图示的第一种情况（图 1）中的芯料 1 是一个金属层，例如是多层镍和铬交替的，而在第二种情况（图 2）中，芯料 1 是一个圆筒形金属杆，例如由镍铬钢制成。芯料 1 最好具有均匀表面，尽可能不存在刻痕或缺陷。在芯料 1 的晶格中，利用已知技术，做成吸附具有 D 同位素比 H 同位素约为 1/6000 的比例的天然氢。虽然氘 D 对氢 H 的百分率也可以大于指示的比例，但如果 D/H 比例大于 1/1000，可能在利用反应方面不存在经济优点，原因是目前氘的价格贵，而且难于用正常的停止操作中断反应，这在后面将予以说明。

1）<u>装料步骤</u>

在活性芯料中装填氢以使氢同位素化学吸附在晶格中用的已知技术中，有下列各种:

电解吸附;

在预先建立的温度和压力下将芯料插入含氢的气体氛围中:

将芯料浸入 HCl、HNO_3、H_2SO_4 溶液中;

当构成芯料的金属沉积在由 Cu 或陶瓷之类材料组成的支承体上时，将芯料浸入含（例如）NH_3 的电镀槽中。

某些材料需要外加其强度大于饱和磁场通常大于 0.1 忒斯拉的磁场。在上述两种发生器情况下，磁场由绕组 9 产生。

发生箱内氢的绝对压力必须保持在最好为 1 至 1000 毫巴的值，在任何情况下都要小于 4 巴，超过该值吸附不再生发，除非在极高的压力（>50 巴）下。

氢同位素在芯料金属中的化学吸附造成H_2和D_2分子的分解和芯料晶体结构内部H和D原子与金属之间的共价键（氢化物）的产生。氢原子之间的静电排斥受金属自由电子产生的过量负电荷的屏蔽。因此，由于这些键引起的静电排斥的减小使键合的原子能够比同一条件下自由原子通常可能达到的程度彼此更加密切地接近。

当以上述比例吸附在金属上的H和D同位素的集聚足够高，例如氢同位素对金属原子的数值比大于0.3时，无论以何种方式产生的一种强烈的网眼状的振动可以使两个体系Me + H和D + Me彼此接近，使得H和D原子之间的距离小于核力进入作用时的距离。

2）加热步骤

根据本发明，只有当活性芯料1的温度升高到高于组成芯料的材料的德拜常数的值时（许多金属的德拜常数值列于表1中），才可能成功地进行聚变反应的起动。事实上，只有高于上述温度，吸附了氢的晶格的非调谐振荡的数目才变成大于调谐型振荡的数目，随后增大振动波矢量相互加合的概率。但是，为了成功地激活反应，德拜常数根据芯料所用的金属必须被超过几度至几十度，以便让非调谐振荡的"入口数目"足够地超过调谐振荡的数目。

加热步骤可以利用任何已知的系统完成，例如电热加热、燃料的氧化或其它放热化学反应、离子复合为多原子分子、激光脉冲和浸入热流体。

3）起动步骤

在吸附了氢的芯料点上，或者换句话说，在邻近芯料外表面处，晶格的推拉振荡可以成功地使分别为氢H和氘D的两种氢同位素比上述核力进入作用的临界距离更密切地互相接近。

根据本发明，在上述条件下并仅仅在那些条件下，可以激活局部的上述核反应，在活性芯料中产生一个应力，该应力能够产生大量波矢量的相干加合，从而得到局部的巨大的振动脉冲，该脉冲能够充分地激发吸附了氢同位素的晶格。已经测量了由于活性芯料表面的膨胀而引起的局部体积变化，它们比在芯料的非活性部分中测得的局部体

积变化大 20 倍。

每个 H + D 聚变产生 ^3He，释放 5.5MeV 能量，它足以完全汽化发生反应的点周围的面积。在这种情况下，完全的 H + D 反应应是 $H + D = {}^3He + \gamma$（5.5MeV）。但是，在这种情况下，没有γ光子或其它粒子从芯料中释放出来，因为共价的氢-金属键的寿命的数量级约为 $10^{-15} - 10^{-16}$ 秒，而核反应时间的数量级为 $10^{-18} - 10^{-21}$ 秒。因此，从聚变中释放的能量可以通过晶格耗散而不发射粒子或γ光子（见 Max Born,, Atomic Physics [原子物理], Blacky an Son 公司出版，格拉斯哥，A.F.Davydov, Teoria del nucleo atomico [原子核理论], Zanichelli 公司出版，Bologna; G.K.Werthaim, Mossbauer Effect [穆斯鲍尔效应]）。

更详细地说，在超过德拜常数后，当原子间位移的非调谐项变得重要时 H + D 反应受激发的概率就大了，而这只有在当温度足够高于德拜常数时才可能在每种材料的临界温度处发生。在这种条件下，随着利用外部作用产生足够强的刺激，与无组织方式的振荡相反，穿过晶格的振动能量量子相干地相互作用，随后加合与活性芯料的表面相切的波矢量，并相继产生特定点（轨迹）中的放大能量峰值。在芯料的活性材料上运动的波串除了产生局部化的聚变外，还在芯料的活性材料部分内部形成稳定振荡的相干多模系统，从而产生熵的负变化并随后放出热量，该热量可以通过根据本发明的发生器予以利用。

随后，驻波利用由 H + D 产生的抽运效应继续维持自身。实际上，因为晶格的结构形状由于在上述轨道中位移的单个 H + D 聚变产生的局部汽化而发生变化，所以波矢量在其它轨迹中重新加合，靠近原先的轨迹但该处晶格仍然未受损伤，并进一步激发 H + D 反应。随着聚变的重复，芯料终于有一个具有许多个仍然不受损伤的晶格区域隔开的大体等距离的空腔的表面，而且由于相继的局部汽化，活化芯料的质量逐渐变小。

电子与晶格的相互作用（尤其在可变电磁场的存在下）对驻波的维持提供了进一步的显著的帮助。事实上，从一个费米态到另一个费米态的跃迁涉及一个给定频率和波矢量的粒子的发射。（见 Charles

Kittel, Introduction to Solid State Physics [固态物理引论], John Willey & Sons,纽约）。

起动步骤可以利用各种已知类型的脉冲来完成，只要上升时间小于 10^{-1} 秒。

在其中该活性芯料是由纯金属或其与其它元素或物质的化合物、钢、不锈钢、合金或单层或多层金属体系组成的情况下，起动步骤可以按下列方法之一完成。

–通过压力梯度得到的热应力法：将多原子气体如 H_2、D_2、HD、HT、C_2H_4、NH_3、N_2、O_2 等引入具有物理吸附的负焓差（ΔH）和在 1 毫巴至 4 巴之间的相应压力梯度的发生箱中。如已经知道的，由于气体分子的瞬时离解和重新形成分子并由芯料本身的表面催化的进一步突然放热反应，引入的气体在活性芯料的表面上产生热应力。如上所述，此种热应力导致形成反应的波串并通过 H 和 D 之间的核聚变迅速起动能量产生过程。图 1 的实施例是为刚巧这种起动类型设计的，其中多原子气体通过图 1 中所示的导管 6 引入。在反应期间，利用电流通过沿芯料 1 的整个长度安置的绕组 9，维持一个 0.2 至 1.5 忒斯拉之间的恒定磁场。

–利用机构冲击的方法：将一种扭转、拖拉或压缩的机械冲击外加到活性芯料的端部上，这种机构冲击的强度和上升时间（例如 10^{-1} 秒）足以造成一种结构形变，后者而后激活聚变过程。

–利用电致伸缩的方法：将一个电流脉冲外加到活性芯料的端部，该脉冲具有适当的峰值和上升时间（例如 1000 安培和 30 纳秒），造成一种结构形变，后者而后激活聚变过程。图 2 的实施例也是为这种类型的起动设计的，其中交流电压脉冲是由连接到活性芯料 1 上并利用电缆 8 输送的电极 25 产生的。

–光电子方法：一个高功率（例如 1MW）的激光束脉冲射在芯料上并激起一个振动波和温度应力，后两者转而造成突然的结构形变，然后该形变激活聚变过程。

–射频法：将一个射频脉冲外加到活性芯料上，该射频脉冲具有

的频率或者对应于氢同位素的自旋的共振频率，或者对应于晶格的自由电子的等离子体频率。

–超声振动法：活性芯料包含在一个共振腔内。将一个其强度和持续时间（例如 10^{-1} 秒）足以激活聚变反应的超声振动能量脉冲外加到活性芯料上。

在形成活性芯料的材料是一种能接受压电交应的材料（如晶体）的情况下，起动步骤可以利用一种反压电效应法激活，此时将其频率等于芯料机械共振频率而其峰值（例如大于 5KV）足以造成结构形变的交流电压脉冲送到金属芯料的端部，该结构形变而后激活聚变过程。图 2 的实施例也是为这种类型的起动设计的，其中交流电压脉冲是由连接到活性芯料 1 上并通过电缆 8 输送的电极 25 产生的。

最后，如果形成活性芯料的材料是一种铁磁性材料，那么起动步骤可以利用一种磁致伸缩方法激活，该法在于沿金属芯料产生一个磁场，其峰值高于磁饱和强度而其上升时间小于 10^{-1} 秒。这种类型的起动可以利用图 1 和图 2 两种发生器通过绕组 9 外加一个电磁脉冲来完成。

4）热交换步骤

在起动之后，通过利用一种热载体流体交换热量来将反应维持在稳定状态，该热载体流体被做成穿过图 1 的发生箱或通过图 2 的外套 15 在管套 5 中循环。热量的除去必须不超过使活性芯体的温度下降到低于德拜常数的水平，否则会发生反应的缓慢停止。

关于能够得到的热功率，活性芯料的尺寸和形状起重要作用。该活性芯料的形状可以是棒、薄片、分开的和/或缠绕的线、松散的或压实的粉末，使用或不使用粘结剂。例如，在图 1 的发生箱 2 中，活性芯料可以不是沉积在管子 5 上的金属，而是由安置在箱本身的各个点上的许多杆组成。另一种方法是，箱 2 可以填充金属粉。

显然，载带反应的芯料 1 的温度必须很好地保持低于转变温度，高于该转变温度时晶格就失去其晶体性能而变为可以与玻璃态相比较的非晶态，这种情况发生在低于每种金属的熔点温度的温度。事实上，

在上述状态下该芯料将遵循完全不同于结晶态下发生的行为，因为波矢量沿之加合的优先方向将消失，绝对不存在上述反应的概率。

使芯料升到的稳定作用温度也必须不能接近特定的临界温度，该临界温度对每种金属是众所周知的并可从实验得到的吸附图识别，在临界温度下发生从晶格中逐渐排出氢的现象。

5）停止步骤

该反应可以通过停止稳定振荡的相干多模系统而中断，方法是简单地产生另一个振动应力，该应力通过可靠地局部产生熵而破坏该系统。

例如这可以通过在发生箱中产生强制真空（绝对压力小于 0.1 毫巴）并引入具有正的离解ΔH 的气体射流（如 H_2）来完成。由于与活性表面的撞击，分子发生解离，发生晶格能量的迅速移去，随后存在负的温度应力。突然的温度下降产生活性轨道的破坏和氢同位素之间核反应的停止。

另一种办法是，即使让发生箱内的气体压力保持不变，也足以交换热量而将活性芯料冷却到芯本身的温度被降到低于德拜常数的点。热量的交换可以（例如）通过使流体在一个刚巧低于德拜常数的温度在穿过发生箱的管套中循环来完成。

为了更加详细地说明本发明的过程，下面将相对于把上述步骤应用于一个其晶格已吸附一定量天然氢的金属活性芯体列举几个实际例子。

例子 1

在一根用由具有等数目而交替的镍和铬原子的立方晶系形成的金属材料（克鲁尼尔合金）制成的长 90mm 而直径为 5mm 的杆上，通过在 500mbar 的压力和 220℃的温度下同时处在利用围绕芯体本身缠绕的线圈 9 得到的 1 忒斯拉的磁场中引入 H_2 而吸附天然氢（D/H = 1/6000）。使用的发生器是图 1 中例示的一种，管套 5 设有涂敷金属层。

包含杆的箱而后逐渐升至比德拜常数高 20°的温度，克鲁尼尔合

金的德拜常数为 192℃。

起动利用热电法（利用一个通过绕组 9 的电流脉冲产生的热冲击），芯料在所有时间内插在上述磁场内并浸没在 500 毫巴压力的天然氢内。更精确地说，起动是利用 1000A 的脉冲强度和 30 纳秒的上升时间而获得的。

在反应进程期间，每天排出净总平均热量 1.29MJ，共 58 天，这之后通过暂时造成真空（0.1mbar）后引入氢气实现中止而停止反应。

虽然停止反应，但我们观察到，在瞬变过程期间，检测到放射性同位素，据信这是由 H、D、^{3}He 的核撞击邻近的核而产生的，这些 H、D、^{3}He 核受由最后一批 H＋D 反应产生的γ光子的能量（5.5MeV）的加速并且没有给予晶格供激活进一步的反应。

例子 2

在一根长 200mm 而直径为 3mm 的镍杆上，利用在 198℃的临界温度下同时外加通过围绕芯体缠绕的线圈 9 得到的 1 忒斯拉的磁场而在气体氛围中浸入的方法吸附天然氢（D/H=1/6000）。所用的发生器是图 2 中例示的发生器。

包含杆的箱而后升至比德拜常数高 20°的温度，镍的德拜常数为 167℃。

起动利用热致伸缩法或者换句话说，利用在芯料上外加一根电极，通过该电极传送一个压电性质的脉冲。更精确地说，起动是利用至少 10KV 的脉冲和 0.1 秒的上升时间而获得的。

在反应期间，每天排出净总平均热量 4.74MJ，共 31 天，之后利用缓慢中止法停止反应。

例子 3

在一根用已经在 400℃回火以消除内应力的 AISI31b 型钢制成的长 90mm 而直径为 5mm 的杆上，利用浸入酸溶液而后浸入 600mbar 绝对压力下的气体氛围并外加用围绕芯料缠绕的线圈 9 得到的 1 忒斯拉的磁场的方法吸附天然氢（D/H = 1/6000）。

包含杆的箱而后升至高于德拜常数，精确地说是处在 314℃。

起动是利用热电法和由气体复合引起的热应力法两种方法完成的。

在反应期间，每天排出净总平均热量 2.64MJ，共 34 天，之后利用在临界温度以下冷却而得到的缓慢中止来停止反应。

例子 4

在一个类似于图 1 所示的包括被铜制的管套穿过的发生箱的发生器中，在每根管上电镀一层 2mm 的纯镍，其中利用浸入 600mbar 绝对压力下的气体氛围并同时外加通过围绕芯料缠绕并插入陶瓷基体的线圈得到的 1 忒斯拉的磁场的方法吸附天然氢（D/H=约 1/6000）。

包含管套的发生箱而后升至 210℃的温度，比德拜常数高 43°。

起动利用磁致伸缩法完成，或者换句话说，通过绕组 9 向芯料外加一个电磁脉冲。更精确地说，起动是利用 0.8 忒斯拉的脉冲和 0.1 秒的上升时间来得到的。

在反应期间，利用穿过管套的热载体流体，每天排放 4.9MJ 的净总平均热量，总共 6 天之后，利用在临界温度下冷却得到的缓慢中止来停止反应。

因此，如果该热量发生过程和激发该过程的发生器能够用于利用有限温度的核聚变产生热形式的能量，那么其工业应用性能是可靠的，不发射放射性或其它危险粒子并能长期使用。活性芯料和发生器的其余部分所用的材料是不昂贵的，因此，提供了相当大的经济利用的可能性。

在活性芯料是在一种具有较高的德拜常数的材料如硅（640° K）中形成的情况下，发生热交换的温度高于上述例子中的温度。因此，可以直接利用由穿过发生器的热载体流体获得的能量来（例如）推动涡轮叶片或用于类似用途。

此外，由于 ^{3}He 这种气体目前价格很高，因此作为反应产物的 ^{3}He 的产生也可以进行工业使用。

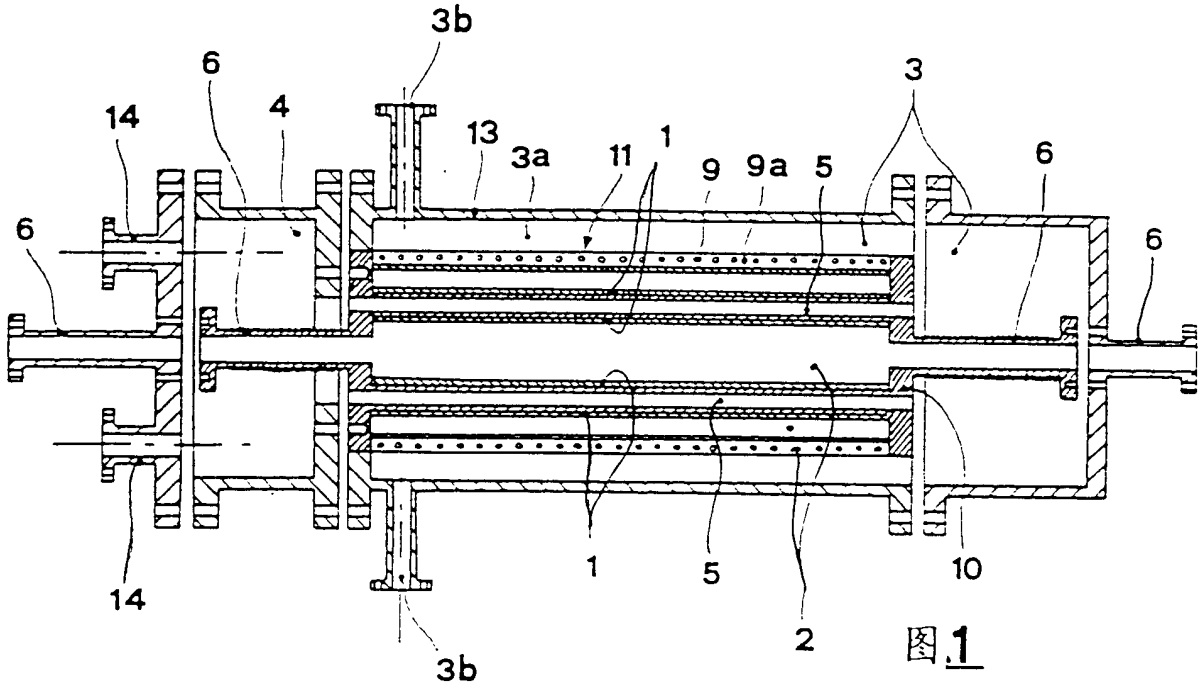

3b
6
4
14
13
3a
11
1
9
9a
5
3
6
6
6
14
1
5
10
2
3b

图.1

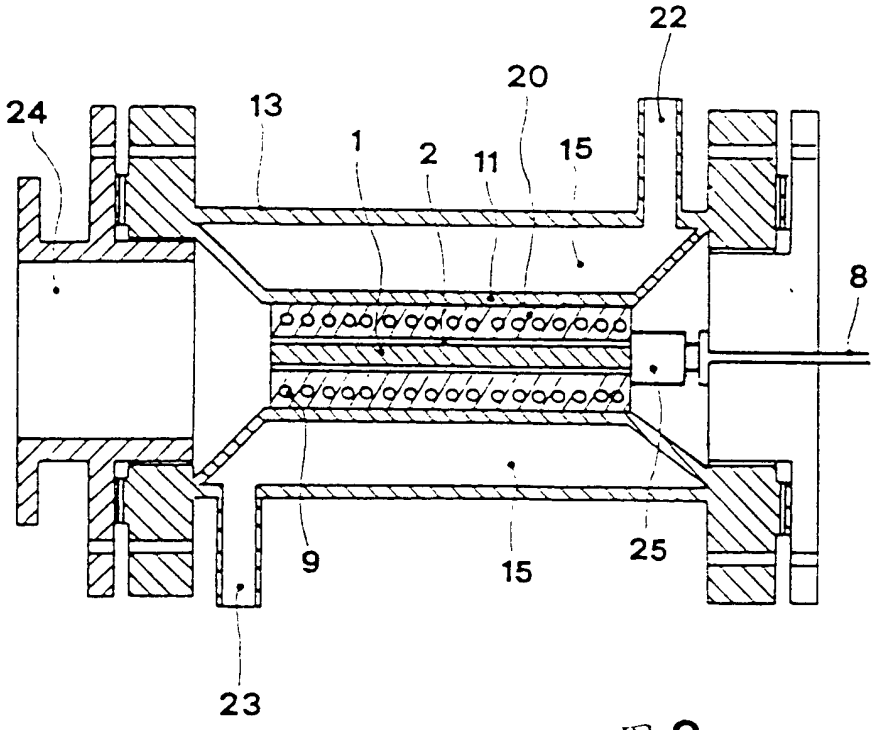

22
20
24
13
1
2
11
15
8
9
15
25
23

图.2

表 1

Al	428 °K	Mg	406 °K	Ta	250 °K
Be	1160 °K	Mo	440 °K	Sn	195 °K
Cd	209 °K	Ni	440 °K	Ti	428 °K
Bi	118 °K	Nb	320 °K	W	405 °K
Cr	610 °K	Pd	374 °K	Zn	300 °K
Cu	344.5 °K	Pu	340 °K	Li	335 °K
Ge	370 °K	Rh	478 °K	Gd	325 °K
Au	162.4 °K	Si	640 °K	Zr	292 °K
In	111 °K	Ag	226.2 °K	Hf	252 °K
Fe	464 °K	Na	158 °K	Sb	193 °K

康铜	384 °K
蒙乃尔合金	374 °K
克鲁尼尔合金	465 °K