



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 89101531.0

[51] Int.Cl⁴
G21K 1/08

[43] 公开日 1989 年 11 月 1 日

[22] 申请日 89.3.18

[30] 优先权

[32] 88.3.18 [33] US [31] 169,648

[71] 申请人 阿普里科特公司

地址 卢森堡

[72] 发明人 罗水音

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
代理部

代理人 赵 越

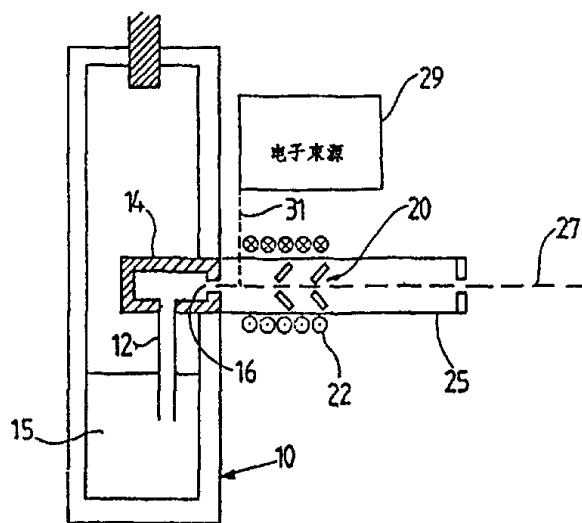
H05H 3/00

说明书页数: 6 附图页数: 2

[54] 发明名称 用于形成凝聚团族的方法和装置

[57] 摘要

用于形成凝聚团族的方法和装置。团族意味着将一个或多个原子或分子聚集在一起。团族是通过引入的散射过程成为凝聚状的。



1. 一种用于形成凝聚团族的方法包括产生团族和使团族的至少有一些变成凝聚的。

2. 根据权利要求1所述的方法，其中所述团族通过把更多粒子引入的散射过程使所述的团族成为凝聚的。

3. 根据权利要求2所述的方法，其中更多的粒子是以束的形式对准团族的电子。

4. 根据权利要求1所述的方法，其中更多的粒子是以束的形式对准团族的凝聚的光子。

5. 根据权利要求2到4所述的任一个的方法，其中团族是通过氮气膨胀产生的氮离子通过一个喷嘴进入到真空室。

6. 根据权利要求2到4所述的任一个的方法，其中团族是用氮气膨胀产生的氮离子通过喷嘴进入到真空室，而凝聚的团族是以束形式通过至少一个从真空室的加速势能对准。

7. 根据权利要求2到4所述的任一的方法，其中团族是用氮气膨胀产生的氮离子通过一个喷嘴进入真空室，而凝聚的团族是以束形式通过至少一个真空室的加速势能对准，同时瞄准装置是提供用于瞄准束的。

8. 根据权利要求1到3所述的任一个方法，其中团族是在它们中间成为凝聚的。

9. 用于形成凝聚团族的装置包括用于产生团族的装置及凝聚引入装置，它是用于使团族的至少有一些被凝聚。

10. 根据权利要求9的装置，其中凝聚引入装置包括用于产生更多粒子的装置，它是用来与团族相互作用，从而团族由引入的散射

过程使其成为凝聚的。

1 1。根据权利要求9的装置，其中凝聚引入装置包括用于对准团族的凝聚光源，从而使团族通过引入的散射过程成为凝聚的。

1 2。根据权利要求9 权利要求1.0或1 1的装置，其中用于产生团族的装置包括喷嘴装置和真空室装置，它们被安排在氮气通过喷嘴到真空室的方向上。

1 3。根据权利要求9，1 0或1 1的装置，其中用于产生团族的装置包括喷嘴装置和真空室装置，它们安排在通过喷嘴到真空室的氮气方向上；其中瞄准装置提供用于将团族瞄准到束中。

用于形成凝聚团族的方法和装置

本发明涉及到用于形成凝聚团族的方法和装置。

在降温情况下，气体凝结成液体，然后冻结成固体。对于从喷嘴里发射出来的分子束和或原子束，温度降落得很迅速。原子或分子将粘合在一起而形成团族。当原子或分子的数量 N 大于 100 时，他们被称为超细粒子。这些颗粒在微观和宏观之间所占有的边界已经进行过广泛的研究。这些研究在小团族的物理和化学中已有叙述 (N A T D A S T Series B, Physics Vol 158) Plenum, N. Y (1987) 是由 P. Jena, B. K. Rao 和 S. N. Khana 所编辑; Microcluster, 是由 S. Sugano, S. okinishi Springer - Verlag 所编辑, Tokyo (1987); Surface Science 156, 部分 1 和 2 (1985); Surface Science 106 (1981); J. Phys (巴黎) C-2 (1977) 和 Chobiryushi - Science and Applications (Kagakusosetsu) (Chemical Review) Vol. 48, Chemical Society of Japan Tokyo (1985)。

一方面，本发明提供一用于形成凝聚团族的方法，它包括产生团族及至少使某些团族变成为聚凝的。

名词“团族”意味着多个原子或分子的集合体聚在一起。典型地

说，团族是由几十个、几百个或上千个原子或分子所组成的。

本发明也给出了用于形成凝聚团族的装置，它包括用于产生团族的装置和用于至少使某些团族成为凝聚的导入凝聚的装置。

用本发明的方法和装置，通过适当的控制，团族束可以当作凝聚团族束来形成。这里上下文中的名词“凝聚团族”意味着在有关的团族中至少某些原子或分子是凝聚的。这就是说原子或分子共有相同的量子态以及可用相同的波函数来描述。这样在这种情况下的凝聚团族束至少是某些团族为凝聚物。然而这无需说明在于前面提及每一团族的量子态是相同的情况下，这些团族在其中问题凝聚的，一般来说，原子或分子是波色子（即具有整数自旋）。

在本发明的一种形式中，束是由引入一散射机构使其凝聚的。在不同凝聚团族里的原子也共有相同的量子态，诸如具有着相同的能量的情况下，用导入的散射，团族也可在它们之间成为是凝聚的。

通过较高压气体的喷嘴的通道，可以形成凝聚团族，所形成的团族是在从喷嘴出口的较低压力的区域。凝聚团族可以是中性，正的或负的带电的，而带正电荷的团族是可以通过电子束或其他的带电荷的粒子在束的形式的碰撞形成的。负电荷团族可以是在电子周围自由膨胀中通过中子化的过程形成的。这些电子的产生可由来自激光器的光激发的光电效应所致。

本发明可进一步用参看附图的例子的方法加以说明，其中：

图 1 是根据本发明用于形成凝聚氮团族束的装置图；和

图 2 是根据本发明用于形成负的带电团族束的装置图。

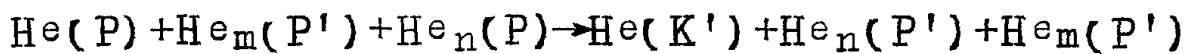
首先，应注意到，一般地要进行描述的两个说明装置中的第一套中，初始的氮气保持在高压情况下，例如说是在 4 区和 1 个大气压力

下。然后气体通过喷嘴膨胀到真空。氮气的膨胀将使温度很快降低到 2 K 以下。氮原子将凝结而成为团簇。在温度一旦降低到临界温度 2.1 K 以下时某些团簇将组成为凝聚氮原子，因此，这里形成了类喷射式的凝聚中性团簇束。

通常，在温度一旦降低到临界温度以下时，液氮将有超流的成分。这里的情况是相类似的。差别在于凝聚团簇形成一束并可直接进入到各种靶子上。

十分可能的情况是氮原子的不同团簇可以在相同的凝聚态中移动这是因为在多种团簇中导入了散射，产生的模拟机理已描述在国际专利申请说明书 PCT/AU86/00212 中。

散射过程如下：



一个氮原子散射出一个具有每一动量为 P 的 n 个氮原子的团簇 He_n 。设满足守恒定律，很容易得到 $\text{He}_n(P)$ 被散射为具有最后相同的动量 P' 的 $\text{He}(P')$ 是作为靠近氮团簇的 $\text{He}_m(P')$ ，在动量态 P' 中它有着其原子的每一个。在这些凝聚团簇的其余结构中，它们在小液滴中作为超流液体出现而在整个束空间中形成：



这些凝聚团簇可用两种方法来测量：

(A) 在这些凝聚团簇间的能量宽度 ΔE_c 是相当地小于束的温度 T 即 $\Delta E_c \ll T$ 。

中性团簇束的能量宽可以用带电子束的束的离子束来进行测量。然后加速带电团簇，它们的速度可由飞行时间 (time - of -

flight) 方法进行探测。

(B) 用激光器进行散射。正如专利申请 P C T / A U 86 / 00212 所述, 在氦气和光子两个凝聚束中导入散射横断面。约 $n! m!$ 相当大, 大于在个别一些氦原子和光子



之间的散射横断面。因此通过把激光照射在凝聚团簇束上, 有可能比用激光照射在非凝聚团簇束上探测出更加强的散射光子信号。

氢团簇离子是由弱离化纯氢气自由喷射膨胀而形成的。该项工作是由 R. J. Beuhler 和 L. Friedman 在公开物中已描述。
“ Cluster Ion Formation in Free Jet
Expansion Processes at Low Temperature .
Ber . Bunsenges Phys . Chem . 88 , 265 - 270
(1984) , J . Chem Phys . 77 2549 (1982) ;
J . Chem . Phys 78 . 4669 (1983) 在初始压力
 $P_0 = 18 \text{ cm}$ 的 H e 中以及源块温度为 17 K 下氢团簇离子将以窄
的质量分布形成, 所具有的 m/e 值的量级为 10,000 。

如果离子籽种有助于核化过程, 那么更较大尺寸团簇的会在此情况下形成。

为产生离子, 微波辐射可以被用来产生离子, 也有可能用电弧的方法。这两种方法对于液氮温度的环境将至使形成不能被接受的热源。然而, 离子可以直接在外面通过电子束的碰撞而立即产生。所产生起的离子正好是在喷嘴的外边, 在自由喷气膨胀时, 它们将与中性分子一起被冷却下来。

凝聚离子团聚束对凝聚中性团簇束是最佳的因为人们能把它加速到较高的能量。因此，凝聚离子团簇束有超过其他凝聚中性束的优点。大家知道，虽然发射不可见光的激光器的已经获得约多于 $1/4$ 个世纪，但是在 X - 射线区域构成激光发射还是特别困难的。对于凝聚离子团聚束，在增加每个粒子的能量上是没有困难的，这是因为像其他任何带电荷束一样在线型加速器中可以加速。

在图 1 中更加详细地示出了用于产生氮凝聚团簇束的装置。恒温器 10 是用于储存液氮 15 的。通过管 12 液氮蒸发进入到室 14，在这里氮气是在约 1 个大气压力和液氮温度 4 K 时被存储着。在恒温器的窗口处设置一喷嘴 16，而且氮气可通过喷嘴 16 自由膨胀到真空室 25 的外面。当液氮离子从喷嘴 16 排出时，电子束源 29 将电子束 31 直接照 21 液氮离子上以使其碰撞，分离器 20 设置在离喷嘴某一距离的地方以对准从喷嘴的排出的团簇束 27，以及限定束的方向。螺旋线 22 固定在束的外面，同轴线地围绕着束，以约束离子团簇。换句话说，人们可以利用电限制器网格以约束离子团簇束。无论哪一种情况，束 27 都要经过室 25 中的小孔而排出。

当中性粒子允许膨胀以使冷却时，限制器的想法是维持住离子团簇的密度。中性原子和离子团簇的碰撞使离子团簇冷却下来。离子团簇没有经受来自膨胀的冷却而是由于与中性原子的碰撞而冷却。

不同的装置可能产生负带电凝聚团簇束。这种装置图示在图 2 中，该装置的零件是与图 1 中所示的相同，而且类似的参考数码也类似于图 1 和图 2 中的部件。这里氮气源（未示出）是在温度又接近于液氮温度 4 K 和一个大气压。气体通过喷嘴 16 和在真空室（未示出）外面的喷嘴中自由膨胀。其不同点在于喷嘴，在此情况中，它是由金

属组成，它也被用作电子源被安设。这样，激光28被用来产生频率为 ω 的激光光束32，该频率的光经过透镜33照射到喷嘴的外侧表面上。由光电效应电子以能量 E_e 发射出：

$$E_e = \hbar \omega - \phi$$

这中 ϕ 是金属的功函数，来自激光器的光其有利点是它有一尖锐的确定的频率 ω ，而且电子能量的宽度也很小。来自电源35的电压 V_e 施加在喷嘴16和分离器20中的第一个分离器20a上。然后，电子能被在分离器20a和喷嘴16之间的该电压加速或减速。在此情况下，前面描述的电子束源29是不提供的。

当氦气从喷嘴排出时，电荷电子用于氦气团簇形成的核化中心。因此，这里产生出负的带电团簇。膨胀的冷却效应将保证。氦气团簇维持住百分之几的原子，这是由Bose-Einstein凝结效应相同的凝聚态的情况下。百分数取决于该束是冷却到什么程度，束越冷，凝聚粒子的百分数越高。

通过电源41所给出的附加的排出电压 V_2 ，负的带电凝聚束能进一步加速到较高的能量，最好是有一较低速的电子，而因此有一个更加低的 V_e 值，正好使之到喷嘴外面，从而有更多的时间在电子的周围形成团聚。图2中排出电压 V_2 施加到出口束通路中的两个孔口电极30，32的横断面上。如果要求达到更高的能量的凝聚束，排出电压 V_2 可以是不同（即大于）于 V_e 的数量级。

当在图1的装置的情况下，排出团簇束可以用螺旋管22直接在喷嘴的外面而封密起来。因此带电粒子由于磁场而被约束着而且不受到密度上的稀释。

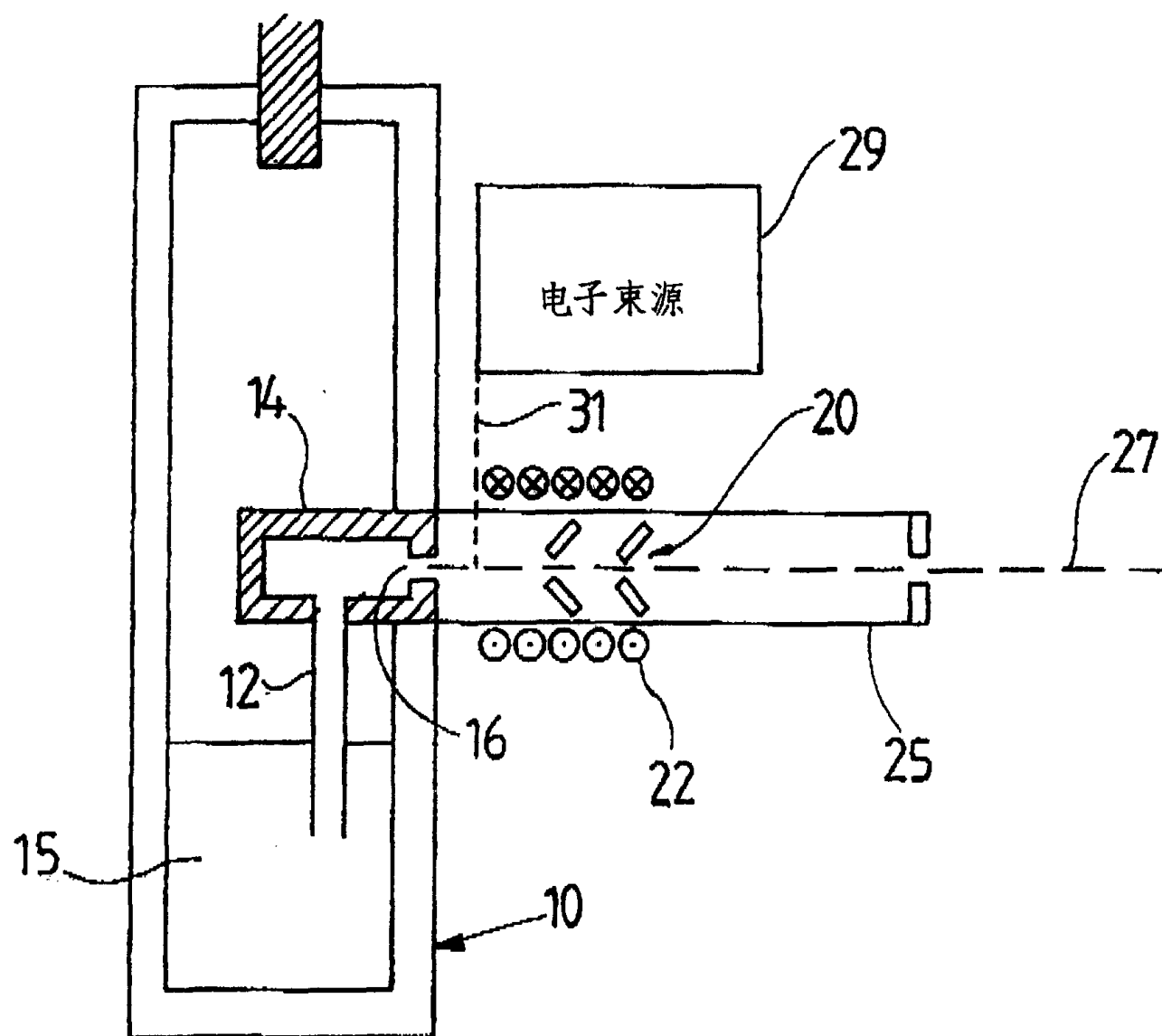


图 1

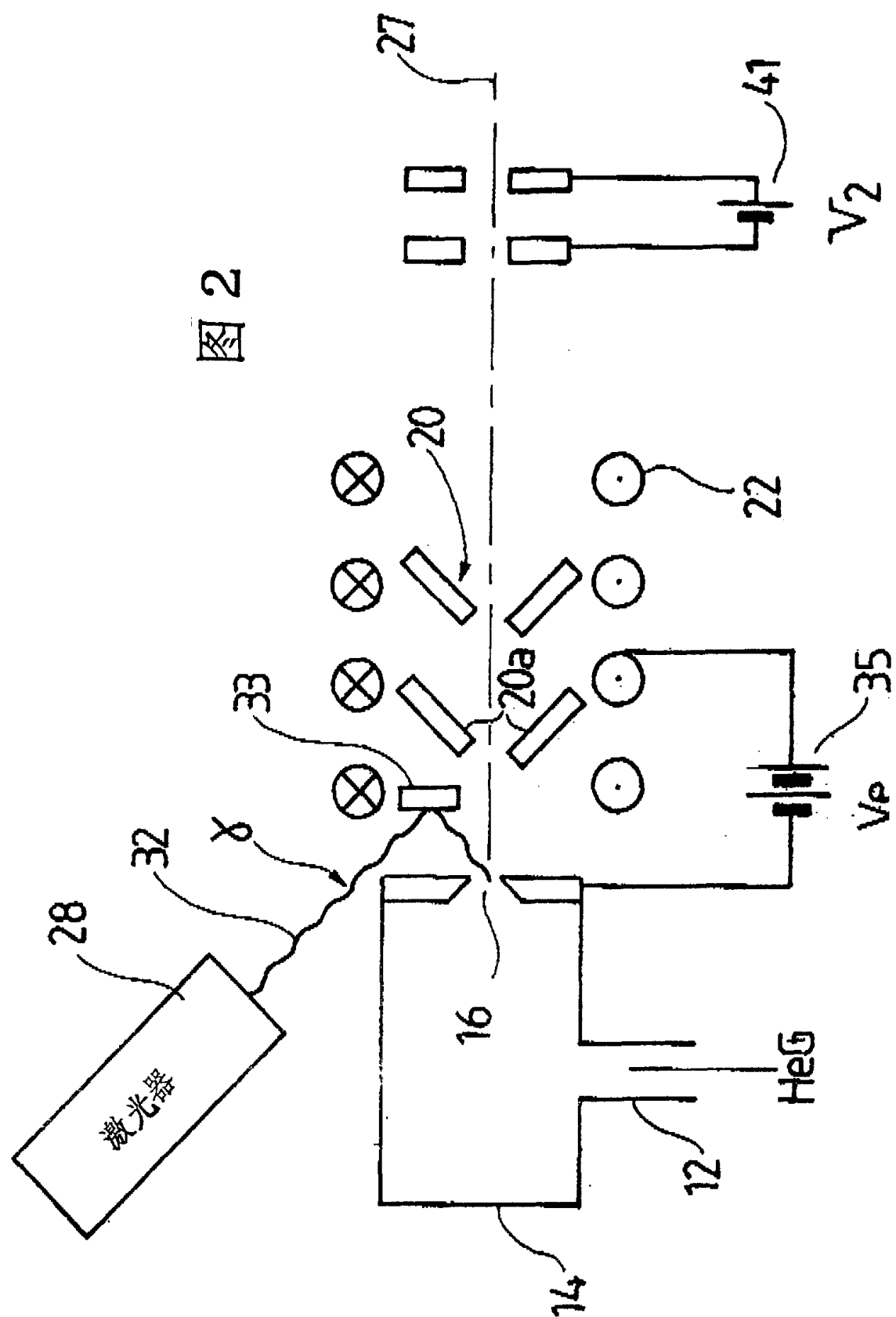


图 2