

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
C30B 15/14 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 00804241.1

[45] 授权公告日 2006年3月22日

[11] 授权公告号 CN 1246506C

[22] 申请日 2000.2.2 [21] 申请号 00804241.1

[30] 优先权

[32] 1999.2.26 [33] US [31] 09/258,478

[86] 国际申请 PCT/US2000/002781 2000.2.2

[87] 国际公布 WO2000/050671 英 2000.8.31

[85] 进入国家阶段日期 2001.8.24

[71] 专利权人 MEMC 电子材料有限公司

地址 美国密苏里

[72] 发明人 李·费里 石井安广

审查员 周家成

[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 张兆东

权利要求书3页 说明书9页 附图3页

[54] 发明名称

拉晶机和其所用的热屏蔽装置

[57] 摘要

一种拉晶机用的热屏蔽装置，其具有一内反射罩和一外反射罩。内外反射罩相互间隔开并具有减小的相互接触的面积。一生长单晶棒的改善了的热屏蔽减少其缺陷并且可以使由拉晶机生产的单晶棒有较大的产量。

1. 一种用于生产单晶棒的拉晶机，该拉晶机包括：

一坩埚，用以容纳熔融的半导体原材料；

一热连通坩埚的加热器，用以将坩埚加热到足以熔化由坩埚容纳的半导体原材料的温度；

一设置在坩埚上方的拉出机构，用以从由坩埚容纳的熔融的材料中拉出单晶棒；以及

一设置在由坩埚容纳的熔融的原材料的上方的热屏蔽装置，该热屏蔽装置具有一中心开口，其尺寸和形状确定成使其在从熔融的材料中拉出所述单晶棒时围绕着该棒，该热屏蔽装置在从拉晶机内的原材料中向上拉出该棒时总体上插在該棒与坩埚之间，该热屏装置包括一外反射罩和一内反射罩，外、内反射罩成形为限定一容纳绝热材料的绝热腔，内反射罩支承在拉晶机中沿内反射罩的至少一部分与外反射罩和绝热材料总体上呈间隔开的关系，以阻止从外反射罩和绝热材料向内反射罩的热传导使得在拉晶机操作的过程中内反射罩间隔开的部分显著地冷于外反射罩，内反射罩与外反射罩大体上邻近外反射罩的底部呈接触关系。

2. 按照权利要求1所述的拉晶机，其特征在于，所述内反射罩通过外反射罩支承于拉晶机中，该内反射罩大体上邻近外反射罩的底部固定在外反射罩上，内反射罩与外反射罩和沿在外反射罩底部的上方的内反射罩的基本全长的绝热材料基本上成间隔开的关系以阻止外反射罩与内反射罩之间的热传导使得在拉晶机操作的过程中内反射罩的基本上全长冷于外反射罩。

3. 按照权利要求1所述的拉晶机，其特征在于：

所述内反射罩利用所述外反射罩支承在拉晶机中，所述热屏蔽装置进一步包括一大体上邻近外反射罩的底固定在外反射罩上的环，内反射罩固定在环上使得该环将内反射罩隔离外反射罩从而内反射罩基本上与外反射罩和绝热材料没有任何的接合，该环由具有低热导率的材料构成以阻止从外反射罩经由该环向内反射罩的热传导。

4. 按照权利要求 3 所述的拉晶机，其特征在于所述环由石英构成。

5. 按照权利要求 1 所述的拉晶机，其特征在于所述外反射罩基本上沿内反射罩的全长延伸。

6. 按照权利要求 1 所述的拉晶机，其特征在于，所述内反射罩显著地短于外反射罩，该内反射罩相对于外反射罩设置成使外反射罩的一部分向上和向外超过内反射罩延伸以便在从原材料中将单晶棒向上拉到与热屏蔽装置径向对齐时该棒暴露于较冷的内反射罩以迅速冷却该棒，然后在继续向上拉出该棒时其暴露于较热的外反射罩以降低该棒的轴向温度梯度。

7. 按照权利要求 6 所述的拉晶机，其特征在于，内反射罩的长度选择成使当单晶棒与外反射罩向上和向外超过内反射罩延伸的部分径向对齐时该单晶棒具有约  $1150^{\circ}\text{C} \sim 1050^{\circ}\text{C}$  的温度范围，所述较热的外反射罩降低该棒在从约  $1150^{\circ}\text{C}$  冷却到  $1050^{\circ}\text{C}$  时的轴向温度梯度以便减少该棒中的缺陷的数量。

8. 按照权利要求 6 所述的拉晶机，其特征在于，所述内反射罩相对于外反射罩还设置成使外反射罩的下部在内反射罩以下延伸而在坩埚中的熔融的原材料的上方成间隔开的关系，当从熔融的原材料中向上拉出所述棒时该棒在进入与较冷的内反射罩对齐以前先暴露于较热的外反射罩的下部，该较热的外反射罩的下部促进在从熔融的原材料中拉出该棒时棒的均匀的轴向温度梯度。

9. 一种供拉晶机用的热屏蔽装置，用以从拉晶机内坩埚中容纳的熔融的半导体原材料中生长单晶棒，该热屏蔽装置包括：

一外反射罩和一内反射罩，各反射罩大体上同轴线对准并且其中心开口尺寸和形状确定成使其在从熔融的材料中拉出该棒时围绕着该棒，在从拉晶机内的原材料中向上拉出该棒时各反射罩总体上插在该棒与坩埚之间，所述外、内反射罩成形为限定一容纳绝热材料的绝热腔，内反射罩支承于拉晶机中沿内反射罩的至少一部分与外反射罩和绝热材料总体上呈间隔开的关系，以阻止从外反射罩和绝热材料向内反射罩的热传导使得在拉晶机操作的过程中内反射罩与外反射罩和绝热材料间隔开的

部分显著地冷于外反射罩，内反射罩与外反射罩大体上邻近外反射罩的底部呈接触关系。

10. 按照权利要求 9 所述的热屏蔽装置，其特征在于，所述外反射罩具有一下凸缘，其径向厚度大于外反射罩上任何其他部位的径向厚度以便防止直接邻近于熔体的晶体中的热损失。

11. 按照权利要求 9 所述的热屏蔽装置，其特征在于：在所述内反射罩与外反射罩间隔开以在其间形成一间隙，该间隙中没有任何材料。

## 拉晶机和其所用的热屏蔽装置

### 技术领域

本发明涉及用于生长单晶半导体材料的拉晶机，并且涉及供这样的拉晶机用的热屏蔽装置。

### 背景技术

单晶半导体材料是制作许多电子部件的原料，其通常采用 Czochralski (“Cz”) 方法制造。在该方法中，将多晶半导体原材料如多晶体的硅 (“多晶硅”) 在坩埚中熔化。然后将一籽晶降下到熔融材料中并慢慢升起以生长一单晶棒，在使棒生长时，通过降低拉出率和/或熔化温度形成上端圆锥体，借此加大棒的直径，直到达到一目标直径为止。一旦达到了目标直径，便通过控制拉出率和熔化温度来形成棒的圆柱形主体以补偿降低的熔化程度。在接近生长过程结束但在坩埚变空以前，减小目标直径以形成下端圆锥体，该下端圆锥体从熔体中分离出来而生产出半导体材料的成品棒。

虽然传统的 Cz 方法对于生长供各种各样用途之用的单晶半导体材料是令人满意的，但进一步改善半导体材料的质量是需要的。例如，当半导体制造厂要减小半导体上形成的集成电路线的宽度时，材料中存在的显微缺陷就成为很大的问题。单晶半导体材料中的缺陷是晶体在拉晶机中固化和冷却时形成的。这样的缺陷的产生部分地是由于存在着过量的所谓空位和晶隙的固有的点缺陷 (即密度超过可溶性极限) 所致。

从单晶棒切成的晶片的质量的一个重要的度量是栅氧化层完整性 (Gate Oxide Integrity) (“GOI”)。空位，如其名称所提示的，是由于一硅原子在晶格中不存在或“空位”造成的。当由坩埚中的熔融硅向上拉出晶体时，其立即开始冷却。当晶棒的温度下降时，可溶性极限也降低。因而高温下存在的点缺陷成显微缺陷 (空穴) 的形式析出，或者它们移向晶体的侧表面。这一般发生在晶体经由 1150°C 至 1500°C 的温度范围冷却时。

由棒切成的并按照传统的方法制造的硅片往往包括在晶片表面上形成的氧化硅层。电子电路组件例如金属—氧化物—硅集成电路（MOS）组件是在这样的氧化硅层上制作的。由在生长的晶体中存在的结块而造成的晶片表面上的缺陷导致该氧化层不良的生长。氧化层的质量经常指的是氧化膜介电质的击穿强度，其可以通过在氧化层上制作 MOS 组件和实验该组件定量地来测定。晶体的栅氧化层完整性（GOI）是在由晶体加工的晶片的氧化层上操作的组件的百分数。

业已确定由 Czochralski 方法生长的晶体的 GOI 可以通过延长生长的棒保持在高于 1000°C 的温度范围内的时间，并更特别是延长保持在 1150°C ~ 1050°C 范围内的时间来改善。如果棒经由这个温度范围冷却过快，空位将没有足够的时间凝结在一起，而在棒内产生大量的小结块。这种不良情况导致大量的小空穴散布在晶片的表面上，从而对 GOI 产生不利的影 响。降低棒的冷却率以使其温度在目标温度范围内保持一较长时间而使更多的空位可以在棒内形成更大的结块。其结果是少量的大结块，从而由于减少了用来构成 MOS 组件的晶片上存在的缺陷数量而改善 GOI。

改善 GOI 的另一种方法是控制在棒内生长的空位数量。当然空位和自身晶隙的型式和原始密度受控于生长速度（即拉出率）（ $v$ ）与在固化时间内棒内当地的轴向温度梯度（ $G_0$ ）的比值，其中空位和自身晶隙在棒固化时在棒内变成固定的。当该比值（ $v/G_0$ ）的值超过一临界值时。空位的密度增加，同样，当  $v/G_0$  的值低于该临界值时，自身晶隙的密度增加。

增加这个比值的一种方法是提高棒的拉出率（即生长速率， $v$ ）。然而，拉出率的提高在给棒以足够的时间冷却和固化时将造成棒直径上的扭曲。为此，已知在坩埚内熔体表面的上方在坩埚侧壁与生长的棒之间设置一热屏蔽装置以便保护棒不受坩埚侧壁的热之影响。传统的热屏蔽装置一般包括一外反射罩和一内反射罩。传统的热屏蔽的壁的示意的截面示于图 2 中。其外反射罩 OR 通过沿环形上下固定位置间隔开的合适的固定件（未示出）固定于内反射罩 IR 使得外反射罩在这些位置直接接触内反射罩。外反射罩 OR 显著地短于内反射罩 IR 以使热屏蔽装置的上

部包括唯一的非绝热层。反射罩 OR、IR 成形为限定一容纳绝热材料 IN 的绝热腔用以阻止从外反射罩向内反射罩的热传导。

绝热材料 IN 是用来将内反射罩 IR 的中间部分 M 与来自外反射罩 OR 的热传导隔绝以便来自坩埚壁的热不能传给内反射罩。提供内反射罩 IR 的较冷却部分可以使棒在棒被向上拉到与热屏的部分径向对齐时较快的冷却。然而，由于外反射罩 OR 与内反射罩 IR 之间在上下固定位置处的大表面面积接触，相当多的热量从外反射罩不希望地直接传到内反射罩上使得内反射罩不能象要求的那样冷却。这显著地限制了生长的棒的拉出率。

由晶棒切成的晶片的质量的一个附加的度量涉及氧诱层积缺陷(Oxygen Induced Stacking Faults)(OISF)。OISF 是由当棒在熔体表面上固化时生长于棒内的缺陷引起的。该缺陷是棒的中心与棒的外表面间的轴向温度梯度的差异的结果。OISF 是按照从晶片的周边向内隔开一定距离的环的方式来测定的。也可以测定在晶片表面的一特定面积内的层积缺陷的密度。界面的梯度随  $r$  变化，其导致不同密度的点缺陷。因此，通过选择合适的拉出率可以达到各密度而得到较好的 OISF 性能。

#### 发明内容

在本发的若干目的和特征当中可以指出的是，提供一热屏蔽装置和一拉晶机，其便于高质量单晶棒的生长；提供这样的热屏蔽装置和拉晶机，其减小晶体的轴向温度梯度上的径向变化；提供这样的热屏蔽装置和拉晶机，其具有较快的拉出率，从而提高拉晶机的产量；提供这样的热屏蔽装置和拉晶机，其改善 GOI 和防止 OISF 的生长；提供这样的热屏蔽装置。其能够在拉晶机内有限的空间中操作；以及提供这样的热屏蔽装置，其容易适合于现有的拉晶机。

概括地说，一种供拉晶机用的热屏蔽装置包括一外反射罩和一内反射罩。各反射罩大体上同轴线对准并且其中心开口的尺寸和形状确定成在从熔融的材料中拉出棒时围绕着该棒。当从拉晶机内的原材料中向上拉出该棒时各反射罩总体上插在棒与坩埚之间。各反射罩成形为限定一容纳绝热材料的绝热腔。内反射罩支承于拉晶机中沿内反射罩的至少

一部分与外反射罩和绝热材料总体上呈间隔开的关系以阻止从外反射罩和绝热材料向内反射罩的热传导使得内反射罩与外反射罩和绝热材料间隔开的部分在拉晶机操作过程中显著地冷于外反射罩。

在本发明的另一方面，拉晶机具有一热屏。

本发明的其他目的和特征在下文将更为清楚并部分地指出。

#### 附图简述

图 1 为拉晶机的示意的局部垂直剖面，并具有第一实施例的热屏蔽装置；

图 2 为现有技术的热屏蔽装置的一部分的示意的截面；

图 3 为本发明热屏蔽装置的第二实施例的一部分之示意的截面；

图 4 为本发明热屏蔽装置的第三实施例的一部分之示意的截面；

图 5 为本发明热屏蔽装置的第四实施例的一部分之示意的截面。

在所有的附图的几个视图中相同的标记表示相同的部件。

#### 优选实施例的详述

现在参照附图，特别是图 1，总体上用标号 10 表示拉晶机。拉晶机用于生长制造半导体芯片用的那种单晶棒 I。拉晶机 10 包括一水冷的外壳（总体用 12 表示），其内部包括晶体生长室 14 和设置在生长室上方的拉出室 16。石英坩埚 20 设置在生长室 14 内用以容纳熔融的半导体原材料 S，由该材料 S 生长出单晶硅棒 I。坩埚 20 固定在装有电机的转台 22 上，转台 22 绕一垂直轴线旋转坩埚并提升坩埚以便在棒 I 生长和从熔体中取走原材料时将熔融的原材料保持在一恒定的水平。

围绕着坩埚 20 的电阻加热器 24 熔化坩埚 20 中的原材料 S。加热器 24 受外部的控制系统（未示出）控制以便在整个的拉出过程中精确地控制熔融的原材料的温度。围绕着加热器 24 的绝热体 26 减少通过外壳 12 的各侧面的热量损失并有助于降低拉晶机的各内壁上的热载荷，同时可以使过程温度保持在一较低的加热器功率。

一拉出机构（图 1 中只示出其下垂的拉出轴 30）旋转一籽晶 C 并使其通过生长室 14 和拉出室 16 上下移动。首先，拉出机构降低籽晶 C 通过室 14、16 直到其接触熔融的原材料 C 的表面。一旦籽晶开始熔化，拉

出机构便慢慢升起籽晶 C 通过室 14、16 以便生长单晶棒 I。拉出机构旋转籽晶 C 的速度和拉出机构升起籽晶的速度（即拉出率  $v$ ）受控于外部的控制系统。该控制系统还控制坩埚 20 在拉出过程中的移动速度。拉晶机 10 的总体结构和操作，除以下更充分地说明的范围以外，是传统的和由本领域的那些普通技术人员所知道的。

图 2 为现有技术的热屏蔽装置 A 的一个侧面的示意的垂直截面，其适用于固定于拉晶机的生长室内以便在热屏蔽生长的棒免受坩埚侧壁 34 的热辐射的影响。现有的热屏蔽装置 A 包括一外反射罩 OR 和一内反射罩 IR。外反射罩 OR 通过合适的固定件（未示出）固定于内反射罩 IR 使得外反射罩分别沿上下环形的固定位置 F1、F2 接合内反射罩。固定件在图中没有示出。外反射罩 OR 显著地短于内反射罩 IR 以使热屏蔽装置 A 的上部 U 包括唯一的非绝热层。反射罩 OR、IR 成形为限定一容纳绝热材料 IN 的绝热腔 IC 用以阻止从外反射罩 OR 向内反射罩 IR 的热传导。装置 A 是平截头锥体的并具有一中心开口（未示出），开口尺寸确定成使其在通过该装置向上拉出单晶棒时围绕着该棒（未示出）。

绝热材料 IN 是用来将内反射罩 IR 的一部分 M 与来自外反射罩 OR 的热传导隔绝以便阻止来自坩埚侧壁 34（图 1）的热传给内反射罩。提供内反射罩 IR 的较冷却部分 M 使在棒进入与内反射罩径向对齐时增加远离该棒的热传导，从而提高该棒的冷却率。热屏蔽装置 A 供较快的拉出率之用而并不造成生长的棒的扭曲。然而，由于外反射罩 OR 与内反射罩 IR 之间在上下固定位置 F1、F2 处的大表面面积接触，相当多的热量从外反射罩不希望地直接传到内反射罩上，显著地降低热屏蔽装置 A 的效能和限制拉出率。

再参照图 1，总体用 50 表示的本发明的热屏蔽装置，固定在熔融的原材料 S 的表面的上方的生长室 14 中。在该所述实施例中，热屏蔽装置 50 总体上包括在同轴线设置的内外反射罩 54、56 之间容纳的绝热材料 52。外反射罩 56 大体上为圆锥形的并且具有从反射罩顶部径向向外延伸的环形凸缘 58。凸缘 58 的尺寸使其可以固定在设置在生长室 14 中的环形支承环 62 上以便支承热屏蔽装置 50（图 1）。该外反射罩 56 从环形凸

缘 58 向内和向下倾斜并向下延伸到坩埚 20 内熔体表面上方的一个位置以便该外反射罩至少部分地插在坩埚侧壁 34 与生长的棒 I 之间。

第二或下环形凸缘 64 从外反射罩 56 的底部径向向内延伸以限定热屏蔽装置 50 的底部。一环形支承凸缘 68 从下凸缘 64 的内周边缘垂直向上延伸以便支承内反射罩 54，如以下将进一步描述的。外反射罩 56 优选由石墨材料构成，更特别地由碳化硅涂覆的石墨构成。外反射罩 56 具有限定热屏蔽装置 50 的中心开口之中心开口 72。中心开口 72 的尺寸和形状确定成使其在使棒生长和通过热屏蔽装置 50 在生长室 14 内向上拉出时可以围绕着棒 I。例如，所示实施例的中心开口 72 大体上是圆形的以适应圆柱形棒 I 的大体上圆形截面。

内反射罩 54 也大体上是平截头锥体的，具有锥形主部分 74 和从该内反射罩锥形主部分的底部大体上垂直向下延伸的固定部分 76。如图 1 中所示，内反射罩 54 的固定部分 76 包括从固定部分的顶部大体上径向向内延伸的环形凸边 78 以便固定在外反射罩 56 的支承凸缘 68 上。内反射罩 54 由此倚靠在外反射罩 56 的支承凸缘 68 上，而使内反射罩的固定部分 76 的底部在外反射罩 56 的下凸缘 64 的上方稍稍与之隔开。

内反射罩 54 的锥形的主部分 74 从固定部分 76 向上和向外倾斜。内反射罩 54 的顶部大体上与外反射罩的上凸缘 58 对齐。在该优选的实施例中，内反射罩 54 的锥形的主部分 74 与外反射罩 56 径向间隔开一小的距离以便在内外反射罩之间只在内反射罩的凸边 78 固定在外反射罩的凸缘 68 处接触。该间隔还可以使外反射罩 56 在拉晶机操作过程中随着受热和冷却而膨胀和收缩并不会接合和挤压内反射罩 54。以这种方式将内反射罩 54 与外反射罩 56 间隔开降低从外反射罩向内反射罩传递的热量。在图 1 和 3 所示实施例中，外反射罩 56 成形为在内外反射罩之间限定一环形绝热腔 80。绝热材料 52 优选由具有低热导率的材料构成并容纳在绝热腔 80 内以便进一步使内反射罩 54 的一部分绝热而阻止从外反射罩 56 向内反射罩的热传导。内反射罩 54 与腔 80 中的绝热材料 52 呈间隔开的关系以阻止从绝热材料向内反射罩的热传导。内反射罩 54 优选由如外反射罩 56 一样的材料构成。然而，当然内外反射罩 54、56 可以由其他的

材料构成而并不偏离本发明的范围。

在操作中，将多晶硅存放于坩埚 20 中并通过来自坩埚加热器 24 的热辐射使之熔化。使籽晶 C 进入与熔融的硅原材料 S 接触并且通过由拉出机构 30 慢慢地拉出而生长单晶棒 I。当在生长室 14 内向上拉出生长的棒 I 时，坩埚壁 34 受加热器 24 和坩埚 20 内熔融的原材料 S 的加热。热量从坩埚壁 34 传给热屏蔽装置 50 的外反射罩 56。然而，绝热腔 80 内的绝热材料 52 和内外反射罩 54、56 之间的极小的直接接触阻止从外反射罩向内反射罩的热传导从而内反射罩基本上沿内反射罩的全长显著地冷于外反射罩。将内反射罩 54 与绝热材料 52 间隔开进一步阻止从绝热材料向内反射罩的热传导。当将棒 I 向上拉到与较冷的内反射罩 54 径向对齐时，从棒向内反射罩较迅速地传热。由于棒 I 被较迅速地冷却，拉晶机 10 的拉出率可以显著地提高而并不扭曲生长的棒。

图 3 示出本发明热屏蔽装置 150 的第二实施例，其中外反射罩 156 类似于内反射罩 154 成形并与内反射罩基本上沿内反射罩的全长以平行而间隔开的关系设置。省去了第一实施例的绝热腔 80 和绝热材料 52。内外反射罩 154、156 之间的间隔阻止热从外反射罩向内反射罩的传导，从而基本上沿内反射罩的全长形成较冷却的内反射罩。

#### 实例 1

在具有热屏蔽装置的拉晶机中生长出直径约为 200mm 的晶棒，该热屏蔽装置按照图 2 的现有技术的热屏蔽装置或本发明第一（图 1）和第二（图 3）实施例的热屏蔽装置 50、150 构成。通过测定不使生长的棒发生扭曲的最快拉出率确定了每一实施例的最大拉出率。当采用本发明第一和第二实施例的热屏蔽装置时最大拉出率分别为 0.90mm/min 和 0.80mm/min。这可以与采用现有技术的热屏蔽装置 A 时的最大拉出率约 0.65mm/min 相比。

图 4 示出本发明的第三实施例，其中将热屏蔽装置 250 进一步构成以达到良好的 GOI 和减小或防止 OISF 同时仍可使拉出率高于与现有技术的热屏蔽装置 A 相关的最大拉出率。内反射罩 254 的长度显著地短于外反射罩 256 的以使热屏蔽装置 250 的上部 282 由外反射罩限定。由具有

低热导率的材料构成的环形环 262 固定在外反射罩 256 的凸缘 268 上。该材料还优选具有高纯度和低粒子产生。一特别优选的材料是石英。内反射罩 254 的凸边 278 固定在环形环 262 上而不是在外反射罩 256 的凸缘 268 上以进一步使内反射罩 254 热隔离外反射罩。外反射罩 256 的下凸缘 264 显著地厚于第一和第二实施例的以便提高从坩埚向热屏蔽装置 250 的底部的热传导。该下凸缘 264 显著地厚于外反射罩 256 的任何其他部分并且优选至少为外反射罩其余部分厚度的约二倍。

在操作中,当从原材料 S 中拉出生长的棒 I 时热从坩埚壁 34 传给外反射罩 256。内反射罩 254 离外反射罩 256 的间隔和在各反射罩之间设置的环形环 262 阻止从外反射罩向内反射罩的热传导。因此,由内反射罩 254 的长度限定的热屏蔽装置 250 的中间部分 249 冷于在内反射罩上方和下方设置的外反射罩 256 的各暴露的部分。因此热屏蔽装置 250 从底部至顶部采取的外形是具有在装置的底部的较热区域、中间的较冷区域和再向装置的顶部的较热区域。

当将生长的棒 I 从原材料 S 中通过热屏蔽装置 250 的中心开口(未示出,但类似于图 1 所示第一实施例的中心开口 72)向上拉出时,该棒升到与热屏蔽装置的较冷的内反射罩 254 径向对齐。从而棒 I 更迅速地冷却到约 1150℃ 的温度。当棒 I 进入与在内反射罩的上方延伸的外反射罩 256 的部分对齐时,来自外反射罩的热阻止该棒的进一步迅速冷却,从而当棒经由约 1150℃ ~ 1050℃ 的温度范围冷却时显著地降低了该棒的轴向温度梯度。

在高于 1150℃ 时提高棒 I 的冷却率可以提高拉出率而并不造成生长的棒的扭曲。在热屏的底部提供一较热区域可阻止棒 I 靠近于原材料 S 的表面冷却。这促进在熔体的表面上横过棒 I 的直径的更均匀的轴向温度梯度,从而阻止 OISF 的生长。最后,提供向热屏蔽装置 250 的顶部的较热区域降低棒 I 在其向上拉到与该较热区对齐时的冷却率,从而在棒 I 从 1150℃ 冷却到 1050℃ 时降低其轴向温度梯度,而改善 GOI。

图 5 示出本发明类似于第三实施例的热屏 350 的第四实施例。在该第四实施例中,将外反射罩 356 以类似于第一实施例的外反射罩 56 的方

式（见图1）成形以限定一绝热腔380。绝热腔380中容纳类似于关于第一实施例所述的绝热材料352。该实施例与图4所示热屏蔽装置250相比为热屏蔽装置350提供了更冷的中间部分。

### 实例2

在具有热屏蔽装置的拉晶机中生长出直径约为200mm的晶棒，该热屏蔽装置分别按照本发明第三（图4）和第四（图5）实施例的热屏蔽装置250和350构成。通过测定不使生长的棒发生扭曲的最快拉出率确定了每一实施例的最大拉出率。当采用第三实施例的热屏蔽装置250时最大拉出率约为0.70mm/min。对于第四实施例的热屏蔽装置350，其最大拉出率约为0.80mm/min。这些拉出率可以与采用以上关于实例1所述的现有技术的热屏蔽装置A的最大拉出率约0.65mm/min相比。

### 实例3

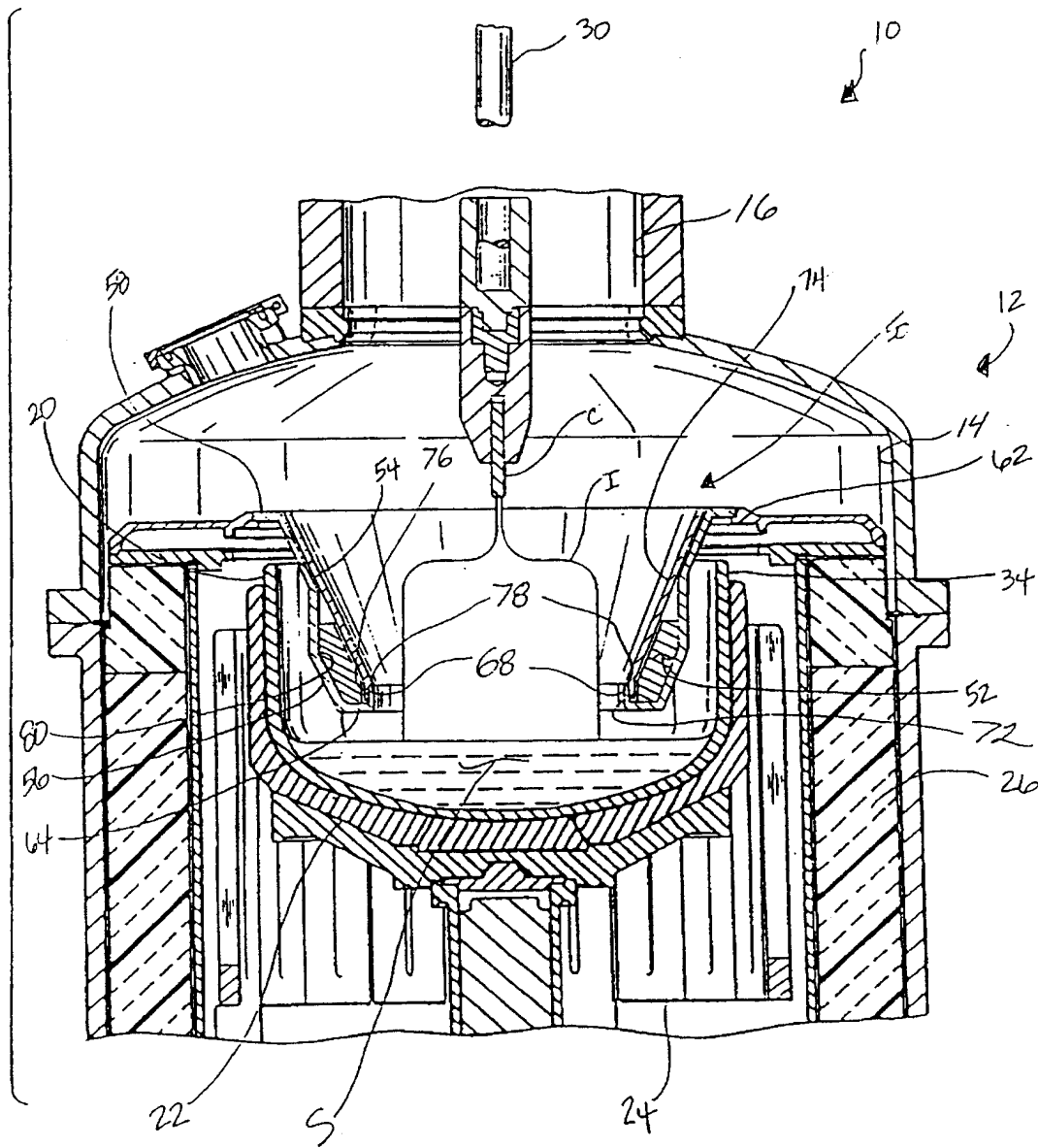
在装有热屏蔽装置的拉晶机中生长出直径约为200mm的晶棒，该热屏蔽装置按照本发明第四实施例的热屏蔽装置350和按照现有技术的热屏蔽装置A构成。通过在棒中确定一由氧沉积物造成的缺陷的环来确定OISF并且测定一给定面积上的缺陷数量。采用现有技术的热屏蔽装置A生长的晶体具有位于从棒的周边径向向内约5mm~10mm处的OISF环并具有氧沉积物密度1000/cm<sup>2</sup>。采用第四实施例的热屏蔽装置350生长的晶体没有可测定的缺陷环并且其总缺陷密度小于1/cm<sup>2</sup>。

此外，在要求的1150℃~1050℃的温度范围内测定出棒的轴向温度梯度。对于采用现有技术的热屏蔽装置A生长的棒在该范围内的轴向温度梯度约为0.74℃/mm，而对于采用第四实施例的热屏蔽装置350生长的棒在该范围内的轴向温度梯度为0.48℃/mm。

根据以上所述，应该看出其达到了本发明的若干目的并获得了其他一些有利的结果。

由于在上述结构方面可以做出各种不同的改变而并不偏离本发明的范围，本文意图是所有包括在以上描述中或示于附图中的内容应该理解为示例性的而并没有局限的意思。

图 1





现有技术

