



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102966354 B

(45) 授权公告日 2014. 12. 17

(21) 申请号 201210447815. 5

RU 2282720 C1, 2006. 08. 27,

(22) 申请日 2012. 11. 09

RU 2325528 C1, 2008. 05. 27,

(73) 专利权人 中国矿业大学(北京)  
地址 100083 北京市海淀区学院路丁 11 号

张国锋等. 白皎矿保护层沿空切顶成巷无煤柱开采技术研究. 《采矿与安全工程学报》. 2011, 第 28 卷 (第 4 期),

(72) 发明人 何满潮 张国锋 杨晓杰

审查员 卢岩

(74) 专利代理机构 隆天国际知识产权代理有限公司 72003

代理人 冯志云 吕俊清

(51) Int. Cl.

E21C 41/16 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101749018 A, 2010. 06. 23,

CN 101915099 A, 2010. 12. 15,

CN 101881167 A, 2010. 11. 10,

CN 101967992 A, 2011. 02. 09,

RO 115459 B1, 2000. 02. 28,

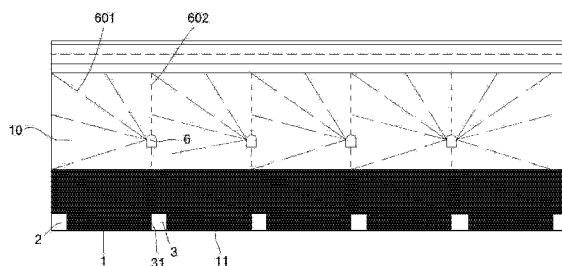
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

一种厚煤层坚硬顶板长壁工作面无煤柱开采方法

(57) 摘要

本发明公开了一种厚煤层坚硬顶板长壁工作面无煤柱开采方法,包括如下步骤:(1)挖掘上顺槽巷道与下顺槽巷道;(2)挖掘切顶巷;(3)在切顶巷内设置第一切顶面与第二切顶面;(4)加固下顺槽的巷道的顶部;(5)在开采面进行回采,并架设支撑防护层;(6)进行爆破,坚硬顶板沿第一切顶面与第二切顶面断裂,原下顺槽巷道位置重新成为巷道;(7)以原下顺槽巷道位置自动形成的巷道作为下一开采面的上顺槽巷道;(8)重复步骤(2)-(7)。本发明通过沿第一、第二聚能爆破切顶孔来爆破,实现采空区顶板沿第一、第二切顶面断裂,并同时避免下顺槽顶板遭到破坏,防止垮落小矸石进入下顺槽巷道,使得原下顺槽巷道位置自动成巷。



1. 一种厚煤层坚硬顶板长壁工作面无煤柱开采方法,其特征在於,包括如下步骤:

(1) 在煤层上挖掘两个巷道作为首采面的上顺槽巷道与下顺槽巷道,所述上顺槽巷道与下顺槽巷道两端分别通过另外两巷道相互连通;

(2) 在所述下顺槽靠近开采面的侧壁的正上方的顶板内挖掘出一与所述下顺槽延伸方向相同的切顶巷;

(3) 在所述切顶巷内设置第一切顶面与第二切顶面,所述第二切顶面与所述下顺槽靠近开采面的侧壁共面,所述第一切顶面与所述第二切顶面相交,所述第一切顶面中加工多个第一聚能爆破切顶孔,所述第二切顶面中加工多个第二聚能爆破切顶孔;

(4) 加固所述下顺槽的巷道的顶部;

(5) 在所述开采面进行回采,直至形成采空区,并在所述下顺槽靠近开采面的侧壁上架设支撑防护层;

(6) 沿所述第一聚能爆破切顶孔与第二聚能爆破切顶孔进行爆破,坚硬顶板沿所述第一切顶面与第二切顶面断裂,充填采空区,原下顺槽巷道位置自动形成巷道;

(7) 以原下顺槽巷道位置自动形成的巷道作为下一开采面的上顺槽巷道,并挖掘相对该上顺槽巷道的下顺槽巷道,形成新的开采面;

(8) 重复所述步骤(2)-(7),连续开采煤炭,直至该煤层开采完毕。

2. 如权利要求1所述的厚煤层坚硬顶板长壁工作面无煤柱开采方法,其特征在於,所述步骤(3)中,所述第一聚能爆破切顶孔在所述第一切顶面内以所述切顶巷为中心向所述开采面上方的顶板进行散射布置。

3. 如权利要求1所述的厚煤层坚硬顶板长壁工作面无煤柱开采方法,其特征在於,所述第一切顶面数量为多个,每两相邻所述第一切顶面之间距离为一个周期来压步距的距离,所述第一切顶面垂直所述第二切顶面。

4. 如权利要求1所述的厚煤层坚硬顶板长壁工作面无煤柱开采方法,其特征在於,所述步骤(3)中,所述第一切顶面数量为多个,所述第二聚能爆破切顶孔在所述第二切顶面内以所述切顶巷与各所述第一切顶面的交汇处为中心向四周的顶板进行散射布置。

5. 如权利要求1所述的厚煤层坚硬顶板长壁工作面无煤柱开采方法,其特征在於,所述步骤(4)中,使用恒阻大变形缆索加固所述下顺槽的巷道的顶部。

6. 如权利要求1所述的厚煤层坚硬顶板长壁工作面无煤柱开采方法,其特征在於,所述步骤(5)中通过密集设置单体液压支柱形成支撑防护层。

## 一种厚煤层坚硬顶板长壁工作面无煤柱开采方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种煤层的开采方法,尤其与煤层厚度超过 3.5m 坚硬顶板条件下的长壁工作面的煤层开采方法有关。

### 背景技术

[0002] 目前,为了提高推进速度和高效生产,大采高综采(大采高是指煤层开采厚度超过 3.5m 以上的煤层,综采是煤矿综合机械化采煤的简称,综采是指煤矿井下装备综合机械化设备的回采工作面,该工作面开采时的采煤设备为采煤机,工作面运输设备为可弯曲刮板输送机,工作面顶板支护采用液压支架,顺槽装备带式输送机。大采高综采就是在煤层厚度超过 3.5m 以上的煤层,采用综采设备的工作面。)已经在我国取得大量的推广和应用,并取得良好的经济技术效益,但是在采高综采中,沿空巷道的维护技术严重滞后,影响大采高综采的应用效果。由于厚煤层采高大,煤层开采后,采空区空间大,大采高引起的采场顶板覆岩活动范围增高,在坚硬顶板条件下,悬顶面积过大,会带来巨大的采场压力。采场压力大造成沿空巷道很难维护。目前对于厚煤层开采下沿空巷道的维护主要有两种方法:一是采用留煤柱支撑采场暴露顶板,保护沿空巷道不被压坏;二是采用沿空巷道旁边充填或浇筑混凝土维护。但是两种方法都不能很好解决和实现厚煤层长壁工作面坚硬顶板条件下的无煤柱开采。具体原因如下所述:

[0003] 1、采用留煤柱维护沿空巷道时,留设煤柱过小,则煤柱难以支撑采场顶板压力,起不到保护沿空巷道的作用,沿空巷道被压坏,变形过大,不能使用;若留设煤柱过大,虽然可以支撑采场顶板压力,但是会浪费大量煤炭资源无法回采,造成资源损失和浪费;并且留设煤柱会引起煤与瓦斯突出,冲击矿压等严重灾害,造成设备损毁和人员的巨大伤亡,安全隐患巨大。因此,采用留煤柱维护沿空巷道的经济性与安全性差。

[0004] 2、采用巷旁充填维护沿空巷道时,由于厚煤层采高的加大造成采场顶板覆岩活动范围增高,坚硬顶板难垮落,矸石较难充填采空区,形成的悬顶面积较大,采场垮落周期和垮落距离明显较薄煤层大,进而导致采场顶板作用在巷旁充填支撑结构上的压力增大,因此需要浇筑的材料要有很高的强度,目前能够在井下实现机械化快速浇筑的工业材料,强度都较低,很容易被压坏,而新研发的高水高强速凝材料,则成本巨大,且留巷工艺系统复杂,经济效益和技术效益严重制约该项技术的应用和推广,仅在极少数的几个矿井中进行了试验研究,并未进行推广。因此,采用巷旁充填维护沿空巷道时,不但成本极高,而且具有很大的不确定性,安全性不高。

### 发明内容

[0005] 针对现有技术中存在的问题,本发明的目的是提供一种沿空巷道稳定、变形小、实现无煤柱开采且成本低廉、安全性高的厚煤层坚硬顶板长壁工作面无煤柱开采方法。

[0006] 为实现上述目的,本发明的技术方案如下:

[0007] 一种厚煤层坚硬顶板长壁工作面无煤柱开采方法,包括如下步骤:

[0008] (1) 在煤层上挖掘两个巷道作为首采面的上顺槽巷道与下顺槽巷道,所述上顺槽巷道与下顺槽巷道两端分别通过另外两巷道相互连通;

[0009] (2) 在所述下顺槽靠近开采面的侧壁的正上方的顶板内挖掘出一与所述下顺槽延伸方向相同的切顶巷;

[0010] (3) 在所述切顶巷内设置第一切顶面与第二切顶面,所述第二切顶面与所述下顺槽靠近开采面的侧壁共面,所述第一切顶面与所述第二切顶面相交,所述第一切顶面中加工多个第一聚能爆破切顶孔,所述第二切顶面中加工多个第二聚能爆破切顶孔;

[0011] (4) 加固所述下顺槽的巷道的顶部;

[0012] (5) 在所述开采面进行回采,直至形成采空区,并在所述下顺槽靠近开采面的侧壁上架设支撑防护层;

[0013] (6) 沿所述第一聚能爆破切顶孔与第二聚能爆破切顶孔进行爆破,坚硬顶板沿所述第一切顶面与第二切顶面断裂,充填采空区,原下顺槽巷道位置自动形成巷道;

[0014] (7) 以原下顺槽巷道位置自动形成的巷道作为下一开采面的上顺槽巷道,并挖掘相对该上顺槽巷道的下顺槽巷道,形成新的开采面;

[0015] (8) 重复所述步骤(2)-(7),连续开采煤炭,直至该煤层开采完毕。

[0016] 进一步,所述步骤(3)中,所述第一聚能爆破切顶孔在所述第一切顶面内以所述切顶巷为中心向所述开采面上方的顶板进行散射布置。

[0017] 进一步,所述第一切顶面数量为多个,每两相邻所述第一切顶面之间距离为一个周期来压步距的距离,所述第一切顶面垂直所述第二切顶面。

[0018] 进一步,所述步骤(3)中,所述第一切顶面数量为多个,所述第二聚能爆破切顶孔在所述第二切顶面内以所述切顶巷与各所述第一切顶面的交汇处为中心向四周的顶板进行散射布置。

[0019] 进一步,所述步骤(4)中,使用恒阻大变形缆索加固所述下顺槽的巷道的顶部。

[0020] 进一步,所述步骤(5)中通过密集设置单体液压支柱形成支撑防护层。

[0021] 本发明的有益效果在于,本发明与现有技术相比,本发明中在下顺槽上方挖掘切顶巷,并在切顶巷中设置第一、第二切顶面,加固下顺槽巷道顶板,在下顺槽靠近开采面的侧壁上架设支撑防护层,通过沿第一、第二切顶面中的第一、第二聚能爆破切顶孔来爆破,实现采空区顶板沿第一、第二切顶面断裂,并同时避免下顺槽顶板遭到破坏,防止垮落小矸石进入下顺槽巷道,使得原下顺槽巷道位置自动成巷,然后以该巷道为下一开采面的上顺槽巷道继续下一轮开采,每两个开采面之间是连续的,无煤柱支撑,沿空巷道稳定、变形小,且无须浇筑任何材料,也不会引起煤与瓦斯突出,冲击矿压等严重灾害,成本低廉、安全性高。

#### 附图说明

[0022] 下面结合附图对本发明作进一步详细说明:

[0023] 图1为本发明一种厚煤层坚硬顶板长壁工作面无煤柱开采方法中开采面结构俯视图示意图;

[0024] 图2为本发明一种厚煤层坚硬顶板长壁工作面无煤柱开采方法中切顶巷主视剖视结构示意图;

[0025] 图 3 为本发明一种厚煤层坚硬顶板长壁工作面无煤柱开采方法中切顶巷俯视图结构示意图；

[0026] 图 4 为本发明一种厚煤层坚硬顶板长壁工作面无煤柱开采方法中聚能爆破切顶孔主视剖视结构示意图；

[0027] 图 5 为本发明一种厚煤层坚硬顶板长壁工作面无煤柱开采方法中聚能爆破切顶孔俯视图结构示意图；

[0028] 图 6 为本发明一种厚煤层坚硬顶板长壁工作面无煤柱开采方法中恒阻大变形缆索位置示意图；

[0029] 图 7 为本发明一种厚煤层坚硬顶板长壁工作面无煤柱开采方法中恒阻大变形缆索结构示意图；

[0030] 图 8 为本发明一种厚煤层坚硬顶板长壁工作面无煤柱开采方法中采空区结构示意图；

[0031] 图 9 为本发明一种厚煤层坚硬顶板长壁工作面无煤柱开采方法中采空区顶板断裂垮落结构示意图。

### 具体实施方式

[0032] 体现本发明特征与优点的典型实施例将在以下的说明中详细叙述。应理解的是本发明能够在不同的实施例上具有各种的变化，其皆不脱离本发明的范围，且其中的说明及附图在本质上是当作说明之用，而非用以限制本发明。

[0033] 本发明中采用的厚煤层坚硬顶板长壁工作面无煤柱开采方法，首先需要形成首采面。如图 1 所示，形成首采面 1 的方法与现有方法相同，在煤层开采的边缘上确立首次开采位置，在该位置上采用 S100A 型综合机械化掘进机挖掘出两个平行的巷道 2、3，两个平行的巷道 2、3 通过巷道 4、5 连通。靠近边缘的巷道 2 为上顺槽巷道，靠近继续开采面 11 的巷道 3 为下顺槽巷道。每个开采面都必须形成两条巷道，上顺槽巷道是用于材料运输的巷道，下顺槽巷道是用于回风的巷道。

[0034] 然后如图 2 与图 3 所示，挖掘切顶巷 6，该切顶巷 6 位于下顺槽 3 靠近开采面 1 的侧壁 31 的正上方的坚硬顶板 10 内，并与下顺槽 3 延伸方向相同，截面尺寸与下顺槽 3 的截面尺寸相当。

[0035] 再如图 4 与图 5 所示，在切顶巷 6 内设置第一切顶面 61 与第二切顶面 62。第二切顶面 62 与下顺槽 3 靠近开采面 1 的侧壁 31 共面，第一切顶面 61 数量为多个，每一第一切顶面 61 均垂直第二切顶面 62，且每两相邻第一切顶面 61 之间距离为一个周期来压步距的距离（来压步距是指工作面回采时，顶板开始垮落、顶板岩层活动剧烈时工作面推进的长度）。第一切顶面 61 中加工多个第一聚能爆破切顶孔 601，第一聚能爆破切顶孔 601 在第一切顶面 61 内以切顶巷 6 为中心向开采面 1 上方的顶板 10 进行散射布置。第二切顶面 62 中加工多个第二聚能爆破切顶孔 602，第二聚能爆破切顶孔 602 在第二切顶面 62 内以切顶巷 6 与第一切顶面 61 的交汇处为中心向四周的顶板 10 进行散射布置。

[0036] 此时，需使用恒阻大变形缆索 7 加固下顺槽 3 的巷道顶部，恒阻大变形缆索 7 的施工位置如图 6 所示，从下顺槽 3 的巷道顶部向上延伸，直至接近切顶巷 6，以固定下顺槽 3 的巷道顶部。向中国国家知识产权局递交的申请号为 201110157137.4 的发明专利申请中详

细论述了恒阻大变形缆索 7 的结构。如图 7 所示,恒阻大变形缆索 7 主要包括导向头 71、恒阻体 75、套管 78、缆索 77、隔板 79、防滑挡板 711、填充于隔板 79 和防滑挡板 711 之间的防水充填料 710、承载板 712、锚具 713 以及将缆索 77 固定于锚具 713 和恒阻体 75 的夹片 74。缆索 77 的上端通过夹片 74 固定于锚具 713,承载板 712 抵顶在另设的锚墩上。

[0037] 如图 7 所示,套管 78 呈直管结构,其内壁的下部设有楔形部用于容置恒阻体 75,楔形部的倾斜面和套管 78 的内壁有一个较小的夹角。恒阻体 75 呈锥台结构,恒阻体 75 的下端端面的直径大于其上端端面的直径。套管 78 的内径小于恒阻体 75 的下端端面的直径。恒阻体 75 的强度大于套管 78 的强度,恒阻体 75 和套管 78 的材料、恒阻体 75 的侧壁和下端面的夹角、恒阻体 75 的长度、恒阻体 75 的上端端面的直径和下端端面直径、套管 78 的壁厚、恒阻体 75 下端端面的直径和套管 78 的内径的差都与恒阻体 75 在套管 78 中滑动时的摩擦力有关,其具体选择应根据实际需求而定。在进行恒阻体 75 和套管 78 的参数选择时,应使恒阻体 75 在套管 78 内移动时恒阻体 75 形状不变而套管 78 发生塑性变形。

[0038] 当下顺槽 3 顶部受力变形时,会将变形能施加到缆索 77 上,形成缆索 77 的轴向拉力。当缆索 77 轴向拉力小于缆索设计恒阻力时,由于摩擦阻力的作用,恒阻体 75 与套管 78 之间不会发生相对位移;当缆索 77 轴向拉力大于等于缆索 77 设计恒阻力时,恒阻体 75 开始沿着套管 78 发生滑移,由于恒阻力是套管 78 和恒阻体 75 之间的摩擦阻力,因此,在滑移过程中,不考虑套管 78 内部缺陷,恒阻力大小恒定。在该过程中,缆索 77 所受的拉力通过恒阻体 75 作用在套管 78 的楔形壁上,使套管 78 的楔形壁受力,当套管 78 的楔形壁所受的力超过其弹性极限时,套管 78 的楔形壁产生弹性变形,恒阻体 75 沿着套管 78 发生滑移,依靠套管 78 的楔形壁产生弹性变形来抵抗缆索 77 的轴向拉力的增加,从而防止缆索 77 被拉断。

[0039] 在厚煤层开采时,由于煤层采高大,采出空间高度就大,要想充填采出空间,采场顶板垮落高度就大,顶板活动的岩层范围大。而坚硬顶板 10 由于自身强度大,难以垮落,不能很快充填采空区,导致上覆岩层的压力通过坚硬顶板 10 传递到工作面的支架上,以及沿空巷道的顶部上。另外,坚硬顶板 10 断裂时,具有突然破坏的冲击性,瞬间产生大变形。在这样的作用下,要求沿空巷道的顶板的支护既要有很大的支护力,又要有可以抗击瞬间冲击大变形的能力。目前采用的普通锚杆索不具有抗击瞬间冲击大变形的能力,采用恒阻大变形锚杆索支护力只有 15~20t,支护力太低,难以支撑顶板压力。因此采用恒阻大变形缆索 7 进行加固,恒阻大变形缆索 7 具有支护力 35~60t 的能力,并且具有 0.5m~1.0m 的抗瞬间冲击大变形能力。

[0040] 之后在开采面 1 进行采全高综合机械化回采,直至将开采面 1 形成采空区,如图 8 所示。此时,在下顺槽 3 靠近开采面的侧壁 31 上架设支撑防护层 8,该支撑防护层 8 通过密集设置单体液压支柱形成,架设密集单体液压支柱 8,可在巷旁阻挡矸石,防止垮落小矸石滑入下顺槽 3 的巷道内,堵塞该巷道 3,如图 7 所示。

[0041] 最后,沿第一聚能爆破切顶孔 601 与第二聚能爆破切顶孔 602 进行爆破,坚硬的顶板 10 沿第一切顶面 61 与第二切顶面 62 断裂,充填采空区 1,原下顺槽巷道 3 位置重新成为巷道。同时,切落巷帮 9(切落巷帮 9 为煤层回采时,工作面推进到一个来压步距的长度时,顶板岩层活动剧烈,采空区顶板 10 在上面岩层压力的作用下,沿着预裂缝 602 发生切落,形成一定的块体,该块体垮落到巷道的帮侧就形成切落巷帮 9) 贴靠在原下顺槽巷道 3 一侧,

成为新的巷道的侧帮,新的巷道在巷旁单体液压支柱 8 的侧向挡矸作用下,保持稳定。

[0042] 通过以上作用将下顺槽 3 保留下来,作为下一个工作面的上顺槽使用,而避免留设煤柱和节省了重新掘一条巷道作为下一个工作面的上顺槽。再以原下顺槽巷道 3 位置自动形成的巷道作为下一开采面的上顺槽巷道,并挖掘相对该上顺槽巷道的下顺槽巷道,形成新的开采面。重复上述步骤,连续开采煤炭,直至该煤层开采完毕。就完成了对厚煤层坚硬顶板长臂工作面的无煤柱开采。

[0043] 本发明的方法主要通过对厚煤层一次采全高长壁工作面的下顺槽 3 上部,并且位于坚硬顶板 10 内开掘一条切顶巷 6,在切顶巷 6 内实施沿下顺槽 3 采空区侧的垂向聚能切缝爆破,断裂下顺槽 3 顶部和采空区顶板 10 的联系,减小采空区顶板 10 压力的传递;同时在切顶巷 6 内每隔一个来压步距的距离处,沿着工作面倾向方向,实施扇形断顶聚能切缝爆破,将工作面推进方向上的顶板 10 截成数段,达到减小工作面来压步距,避免采场顶板大面积来压造成的冲击矿压,保护工作面设备和下顺槽 3 的安全。

[0044] 下面以在西山煤电下属的屯兰矿 7221 工作面的应用为例进一步说明本发明的实施方式:

[0045] 该工作面煤层倾角 5~10 度,工作面倾向长 352 米,走向长 1050 米,埋深 700 米,属石炭二叠系西山组煤炭,采厚 4.0 米,直接顶为 12 米坚硬细砂岩,采用大采高一次采全高长壁后退式综合机械化开采,顶板采用冒落法管理。其中机巷长 1050 米,异型断面,巷高 2.5 米,巷宽 3.6 米。在试验期间,工作面回采 300 米,经历多次矿压显现之后,累计成巷 280 米,机巷采空区侧顶板大部分沿聚能爆破预裂缝以大块体切落成巷,巷宽均在 3.5 米,而且经现场观测,巷帮切落矸石充满巷帮并且在采后 90 米范围内实现接顶,巷道逐渐趋于稳定,在成巷的 300 米巷道中除帮侧出现 35cm 的片帮外,顶板和底板收敛变形平均值 51cm,巷内和巷旁支护受力均匀,恒阻大变形缆索 7 最大受力值 47t,达到预期的试验目的。

[0046] 本发明的有益效果在于,本发明与现有技术相比,本发明中在下顺槽 3 上方挖掘切顶巷 6,并在切顶巷 6 中设置第一、第二切顶面 61、62,加固下顺槽 3 巷道顶板,在下顺槽 3 靠近开采面的侧壁 31 上架设支撑防护层 8,通过沿第一、第二切顶面 61、62 中的第一、第二聚能爆破切顶孔 601、602 来爆破,实现采空区顶板 10 沿第一、第二切顶面 61、62 断裂,并同时避免下顺槽 3 顶部遭到破坏,防止垮落小矸石进入下顺槽 3 巷道,使得原下顺槽 3 巷道位置自动成巷,然后以该巷道为下一开采面的上顺槽巷道继续下一轮开采,每两个开采面之间是连续的,无煤柱支撑,沿空巷道稳定、变形小,且无须浇筑任何材料,也不会引起煤与瓦斯突出,冲击矿压等严重灾害,成本低廉、安全性高。

[0047] 本发明的技术方案已由优选实施例揭示如上。本领域技术人员应当意识到在不脱离本发明所附的权利要求所揭示的本发明的范围和精神的情况下所作的更动与润饰,均属本发明的权利要求的保护范围之内。

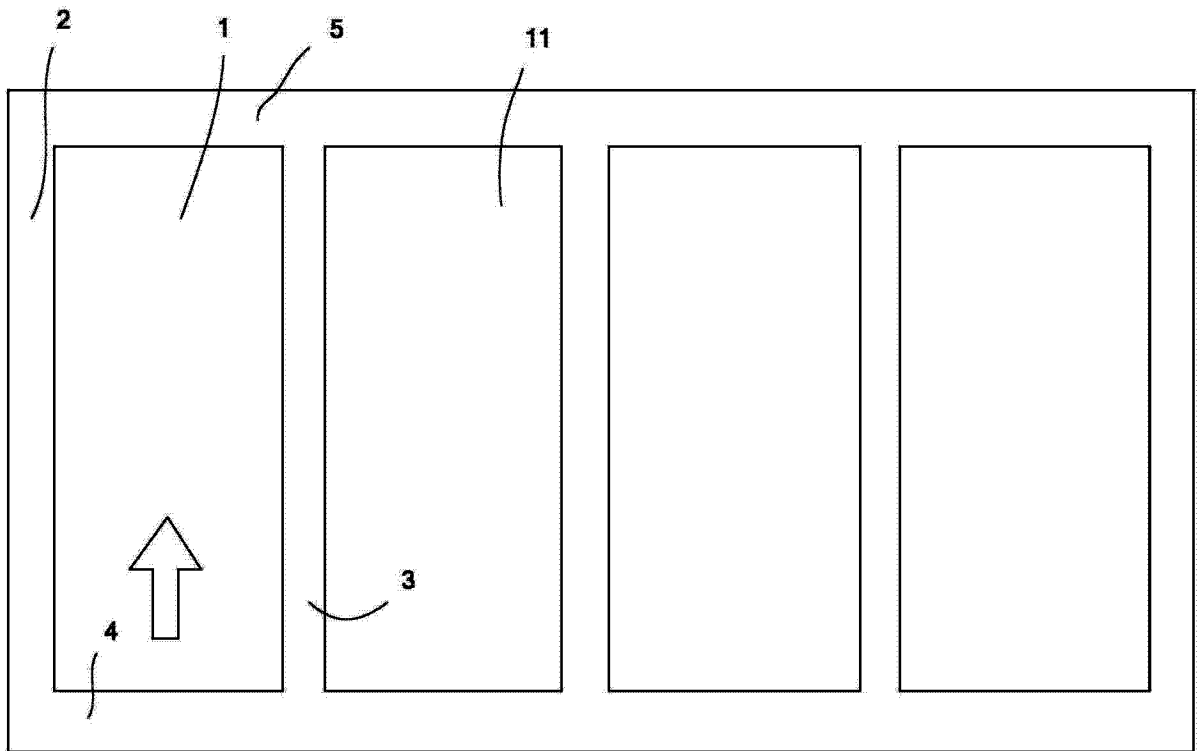


图 1

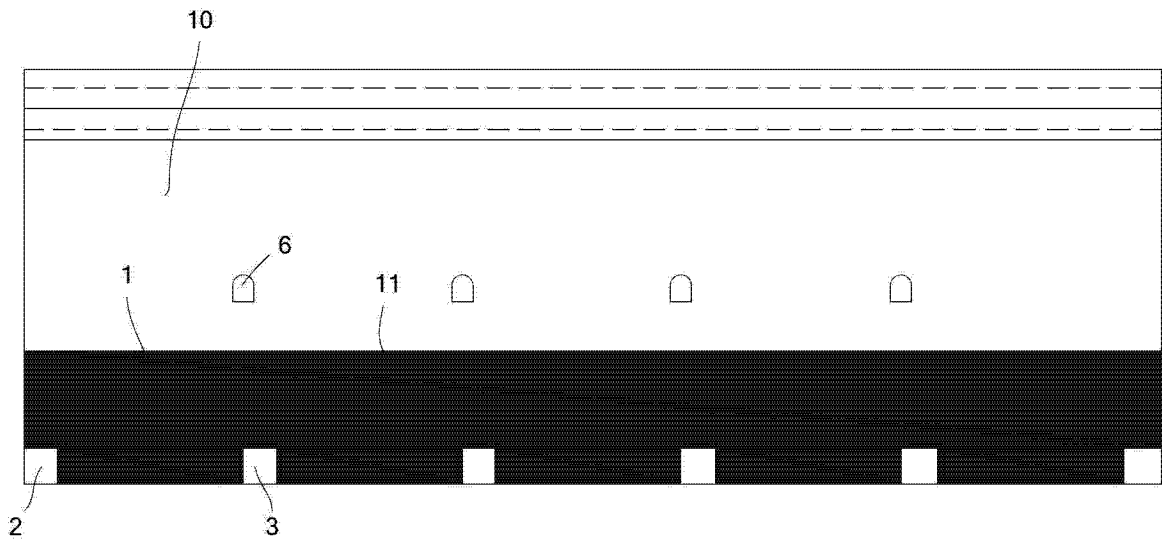


图 2



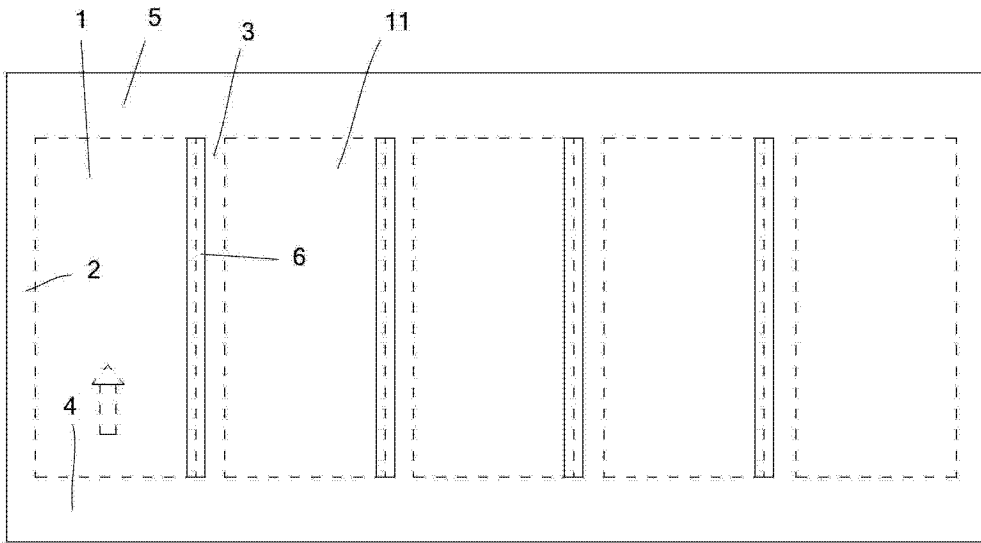


图 3

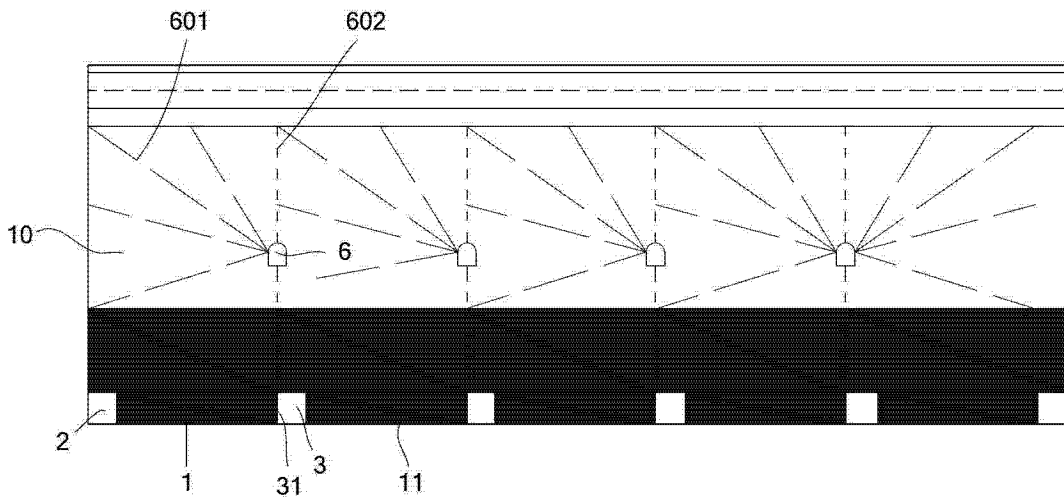


图 4

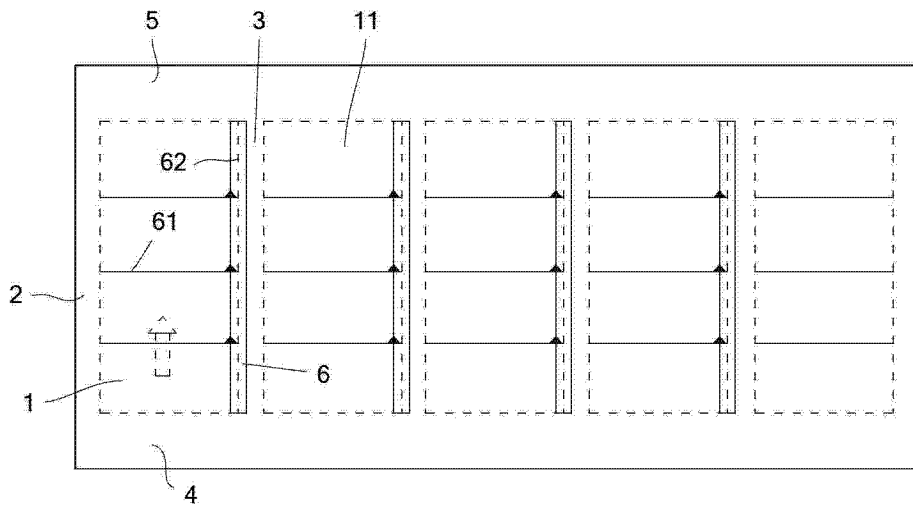


图 5

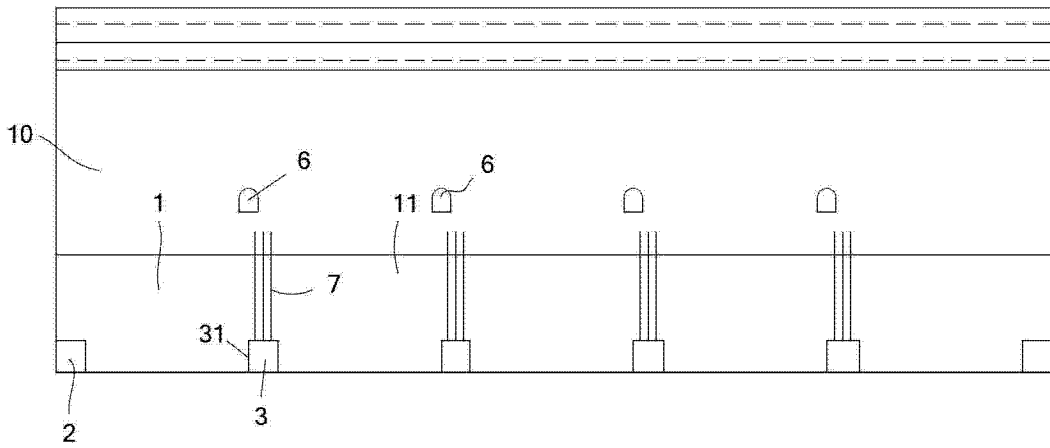


图 6

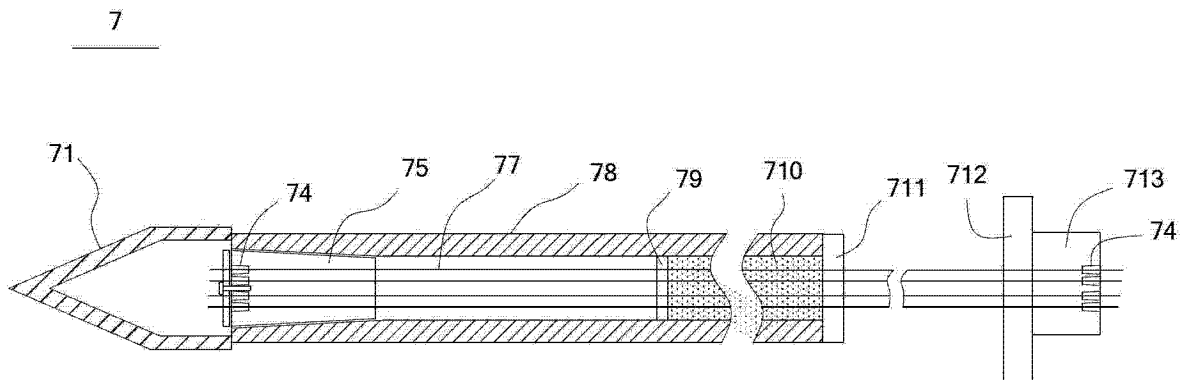


图 7

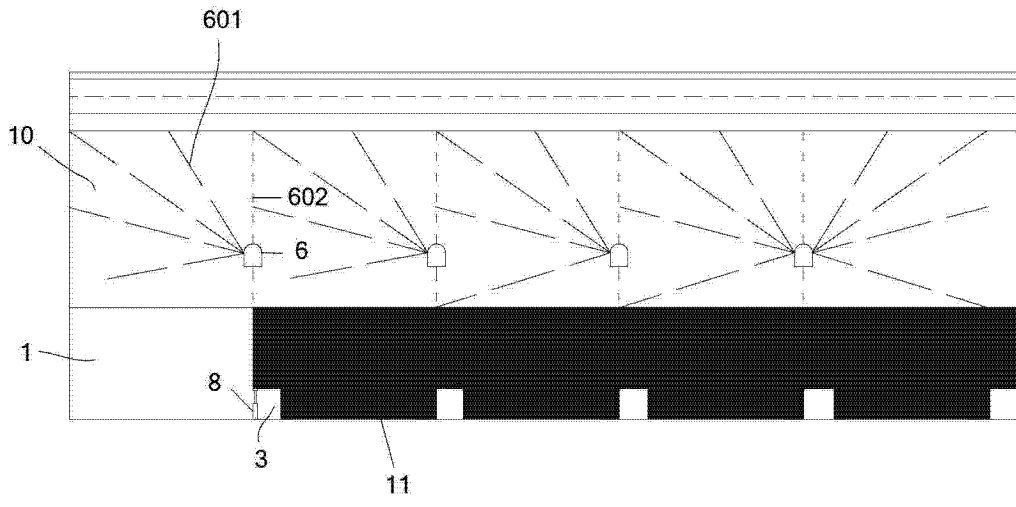


图 8

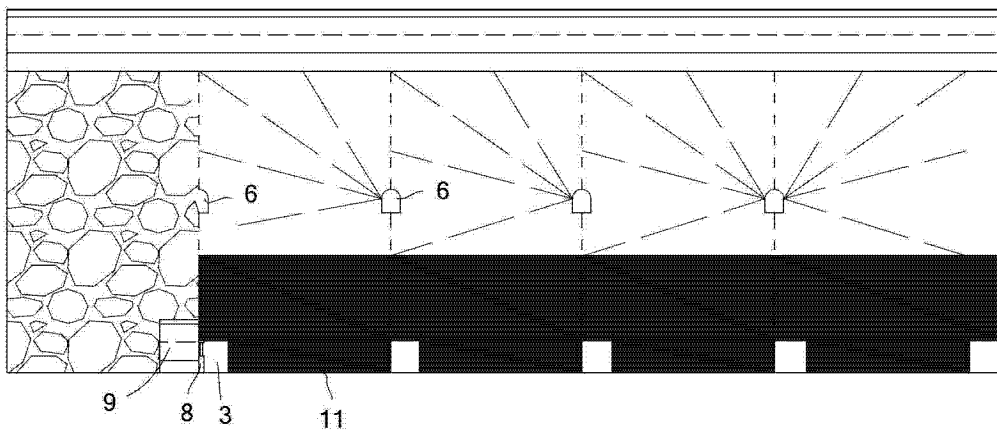


图 9