

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

E21B 36/04

# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 97119052.6

[45] 授权公告日 2001 年 2 月 7 日

[11] 授权公告号 CN 1061731C

[22] 申请日 1997.10.21 [24] 颁证日 2000.12.29  
[21] 申请号 97119052.6

[73] 专利权人 中国科学院电子学研究所  
地址 100080 北京市海淀区中关村路 17 号

[72] 发明人 王兆申

[56] 参考文献

US3782465 2074. 1. 1 E21B43/24

US4638862 2087. 1. 27 E21B43/00

US4670634 2087. 6. 2 H05B6/54

US4705108 2087. 11. 10 E21B43/24

审查员 21 59

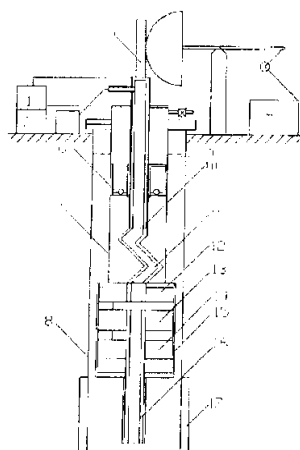
[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司  
代理人 戎志敏

权利要求书 1 页 说明书 2 页 附图页数 1 页

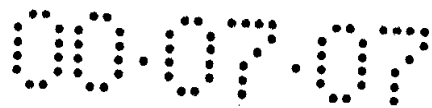
[54] 发明名称 井下射频电磁采油系统

[57] 摘要

一种井下射频电磁采油系统,由地面馈电系统、抽油系统和井下射频系统组成。本发明不使用射频传输线传送能量,所以射频损耗降低,用电量也大大减少。同时本系统与现有完井、固井兼容,施工安装容易。



ISSN 1008-4274



## 权利要求书

---

1. 井下射频电磁采油系统，包括地面馈电系统、抽油系统，其特征是还包括井下射频系统。
2. 按权利要求1所述的井下射频电磁采油系统，其特征是所说的地面馈电系统包括变压器（1）、控制柜（2）。
3. 按权利要求1所述的井下射频电磁采油系统，其特征是所说的抽油系统由抽油机（4）、空心圆柱状抽油杆（5）、环形泵（6）组成。
4. 按权利要求3所述的井下射频电磁采油系统，其特征是所说的空心抽油杆（5）与空气压缩机（3）相联。
5. 按权利要求1或3所述的井下射频电磁采油系统，其特征是环形泵（6）的活塞外层和抽油杆（5）的外层材料是绝缘体。
6. 按权利要求1所述的井下射频电磁采油系统，其特征是所说的井下射频系统由整流器（12）、射频模块（13）、（14）、行波天线（16）组成。
7. 按权利要求1或6所述的井下射频电磁采油系统，其特征是所说的射频系统放置在油管（7）下部套管（8）内。
8. 按权利要求1所述的井下射频电磁采油系统，其特征是所说的射频系统带有真空外壳（15）。
9. 按权利要求7所述的井下射频电磁采油系统，其特征是所说的射频系统带有真空外壳（15）。

# 说明书

## 井下射频电磁采油系统

本发明属于石油采集系统，特别是采集稠油的系统。

稠油是指比重大于0.934的原油，由于其比重大，流动性差。所以稠油开采是采油工业的一大难题。全球稠油资源总量很大，而目前技术可开采储量仅为总量的十分之一。在全球资源日益枯竭的今天，有效利用地下资源，提高原油采收率，已是战略性的迫切需要。为了提高稠油开采率，人们采取了种种方法，然而这些方法都存在着严重缺陷。一是有效性问题，如对新井初期应用有效的注蒸汽法，在使用一段时间后会逐渐失效，原油采收率明显下降；二是应用这些方法还会造成不可逆转的后效应，使我们以后无法采用将来出现的更有前途的其它方法进一步采出剩余油，同时会破坏生态平衡。随着油层的开采以及对开发地下资源的生态学要求更加严格，“无缺陷的”（从损害油层自然状态的观点来看）处理方法越来越重要。目前物理场激励法是比较有效的，特别是射频采油法在物理上业已证明是最具前景的高效采油方法。但射频采油系统都是基于地面射频源，通过射频传输线把能量馈入井下天线这一系统方案。射频传输线的存在使之于深井（2000米）采油变得十分困难，主要问题是：

- 1、射频传输线随着井深增加而增长，射频传输线成本增加；
- 2、射频能量损耗大，因而采油用电量；
- 3、与完井、固井工艺不兼容，施工困难。

见美国专利5065819。

本发明的目的是把射频源直接置于井下，通过发射天线直接加热油藏，提高稠油的流动性，从而提高采收率。

本发明的主要特点是馈电系统、抽油系统和井下射频系统构成电磁采



油系统。

本发明不使用射频传输线传送能量，所以射频损耗大大降低，用电量也大大减少。同时本系统与现有完井、固井兼容，施工安装容易。

附图是系统结构图

1、电源变压器； 2、电源控制柜； 3、空气压缩机； 4、抽油机； 5、空心抽油杆； 6、空心抽油泵； 7、油管； 8、套管； 9动液面； 10、压缩空气通道； 11柔性压缩空气管； 12、整流器； 13、14、射频模块； 15、真空外壳； 16、行波天线； 17介质套管。

下面结合附图详述本发明。

由附图知，本发明的中心思想是将高效并小型化的射频源直接放置在油井下，使射频源通过天线直接对油藏加热。地面上的馈电系统通过抽油杆和油管向射频源馈电，并利用空心抽油杆为射频源提供冷却通道。这种方法使得损耗在射频传输线上的能量大大减少，而采油效率大大提高。同时，本系统与现有完井、固井兼容，非常巧妙地利用现有油井的结构，解决了因将射频源放置在井下所带来的一系列问题。

放置在地面上的电源变压器1为三相→单相变压器，这种供电方式最大程度上简化了交流供配电设备。2为电源控制柜，它的作用是对射频源的供电、运行程序进行控制。抽油系统由抽油机4、空心圆柱状抽油杆5、空心抽油泵6组成。空气压缩机3与空心抽油杆5相连，压缩空气通过由空心抽油杆5、圆盘形射频模块13、14，空心天线15、组成的风冷通道对射频源提供强迫风冷。为了防止漏电，空心抽油泵活塞、抽油杆5的外层材料是绝缘体。抽油杆采用空心结构，既是抽油杆同时又是风道和AC供电导线。12、13、14、16为射频源，由于井下高温，所以射频源带有真空外壳15，具有隔热功能。AC经油管、套筒给射频源供电；16为行波天线，采用空心结构，是螺线型或介质加载型或口径阵行波天线；17—介质套管，为电磁波辐射提供通道。

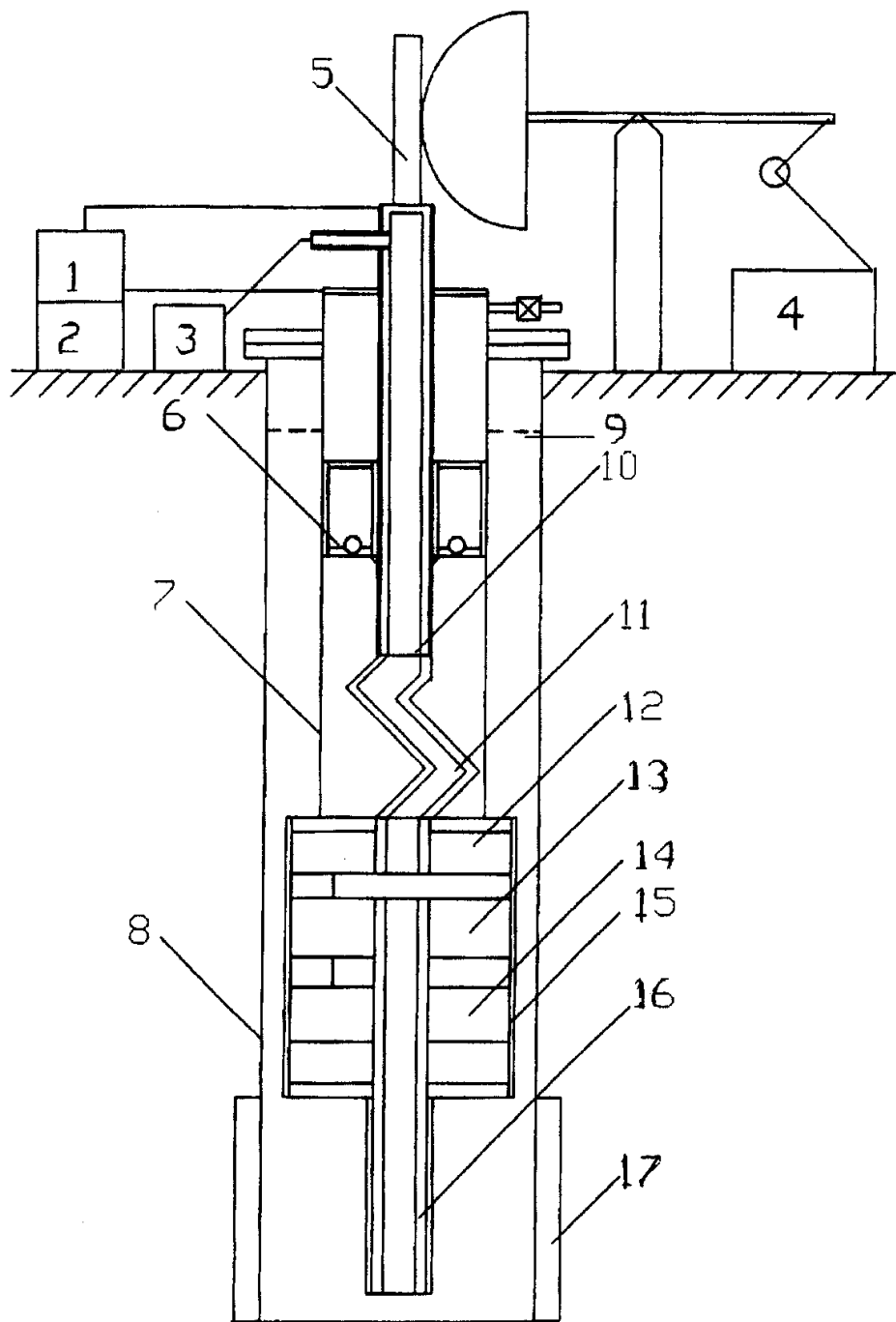


图 1