



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103715441 A

(43) 申请公布日 2014. 04. 09

(21) 申请号 201310695237. 1

(22) 申请日 2013. 12. 18

(71) 申请人 孙世梅

地址 130000 吉林省长春市新城大街 5088
号吉林建筑大学

(72) 发明人 孙世梅 石瑶

(74) 专利代理机构 吉林长春新纪元专利代理有
限责任公司 22100

代理人 王薇

(51) Int. Cl.

H01M 8/04 (2006. 01)

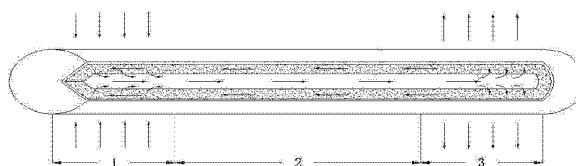
权利要求书1页 说明书5页 附图10页

(54) 发明名称

基于阵列热管相变传热的质子交换膜燃料电池热管理方法

(57) 摘要

本发明涉及一种基于阵列热管相变传热的质子交换膜燃料电池热管理方法,其特征在于:采用阵列微通道热管并联紧密镶嵌在燃料电池板上,热管管径为 0. 3cm—0. 5cm ;其采用一种全新的热管方式进行热管理,电池内部通过热管散热,特别是处理局部过热等问题 ;热管的总温降是蒸汽流道,蒸发段和冷凝段的每一部分温降相加之和,因为热管的吸液芯体积很小、蒸汽流的温降也不大,所以它的热力特性很好。



1. 一种基于阵列热管相变传热的质子交换膜燃料电池热管理方法,其特征在于:采用阵列微通道热管并联紧密镶嵌在燃料电池板上,热管管径为 0.3cm—0.5cm;具体步骤如下:

1)制作阵列微通道热管,采用两片彼此平行的 82mm×30mm×0.3mm 的铜制面板,将 3-9 根焊接好的彼此平行的长方形铜条,按等间距镶嵌在两片铜制面板之间,并对铜制面板的四圈做密封处理;2)在相近的长方形铜条与上下两块铜制面板中间形成了长方形的流道,上下热管的铜制面板厚度为 0.3mm;3)热管顺序分三段即蒸发段长度 35mm、绝热段 10mm 和冷凝段 35mm;4)将制作好的热管插装在燃料电池的每个工作板之间,其中热管的蒸发段装在燃料电池内部,冷凝段在外部,热管的蒸发段与冷凝段成 90—120 度角,绝热段连接在蒸发段和冷凝段的中间,热管内的相工质为水。

基于阵列热管相变传热的质子交换膜燃料电池热管理方法

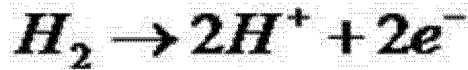
技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于阵列热管相变传热的质子交换膜燃料电池热管理方法,应用于给燃料电池散热领域。

背景技术

[0002] 质子交换膜燃料电池是一种电化学的发展及应用装置,和常规意义上的电池有很大不同。燃料电池通过按电化学方式等温地直接将化学能转换为电能。它没有热机过程,所以没有卡诺循环的限制,拥有极高的能量转化效率;与环境友好相处,基本不排放硫氧化物和氮氧化合物;正是拥有这些优越的特点,燃料电池这项技术的改进和研发受到了全世界每一个政府和企业的认可,被看作是新世纪首选的无污染、效率高的发电技术。

[0003] 质子交换膜燃料电池(Proton Exchange Membrane Fuel Cell)的电解质是全氟磺酸型固体化合物,电催化剂是铂/碳,氢等为燃料,高纯度氧和空气为氧化剂,伴有镶有气体流道的石墨或表面改性的金属板做成双极板。阳极催化层中的氢气在催化剂作用下发生电极反应



此电极反应生成的电子途径电路达到阴极, H^+ 则通过质子交换膜移动到阴极。氧

气与氢离子及电子在 $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$ 阴极发生反应生成水,生成的水不稀释电解质,而是通过电极随反应尾气排出。

[0004] PEMFC 拥有很多优点,除了一些常见的优点外,还拥有可在常温高速启动、没有电解液损失、水容易排除、使用时间长、功率和能量相对高等重大优势。所以,它不仅可以用于创建分离式电站,也很适合应用于可移动动力源,是不依靠空气做推力的潜艇和电动车的最佳候选电源之选。

[0005] PEMFC 电池组在最高效率工作时,相应的能量转换功率为 40% 左右;在低功率运行时,能量转换率可达到 60% 上下。因此在 PEMFC 电池组运行中,有 40% 到 60% 的余热应该排除,以保持电池工作时温度为常数。至今对 PEMFC 电池组广泛采用的排热方式是冷却液循环排热。

[0006] 若采用水作冷却剂,则必须采用去离子水,对水的电导要求非常严格。如果水被污染了,导电率提高,则会发生少许的电解在电池组的冷却水途径的公共管道里,产生 H_2 和 O_2 ,引起电池运行的不安全隐患;同时也将产生一定的内漏气,降低电池组的能量转换效率。

[0007] 若冷却剂采用水和乙二醇综合液,将增加冷却剂的电阻,可是冷却剂的比热容会下降和循环量提高大,而且冷却剂一旦被金属离子污染,其去除比纯水难度大大增加,因为水中的污染金属离子可简单地通过离子交换法去除。

发明内容

[0008] 本发明的目的在于提供一种基于阵列热管相变传热的质子交换膜燃料电池热管理方法,采用一种全新的热管方式进行热管理,电池内部通过热管散热,特别是处理局部过热等问题;热管的总温降是蒸汽流道,蒸发段和冷凝段的每一部分温降相加之和,因为热管的吸液芯体积很小、蒸汽流的温降也不大,所以它的热力特性很好。

[0009] 本发明的技术方案是这样实现的:一种基于阵列热管相变传热的质子交换膜燃料电池热管理方法,其特征在于:采用阵列微通道热管并联紧密镶嵌在燃料电池板上,热管管径为 0.3cm—0.5cm;具体步骤如下:

1)制作阵列微通道热管,采用两片彼此平行的 82mm×30mm×0.3mm 的铜制面板,将 3-9 根焊接好的彼此平行的长方形铜条,按等间距镶嵌在两片铜制面板之间,并对铜制面板的四圈做密封处理;2)在相近的长方形铜条与上下两块铜制面板中间形成了长方形的流道,上下热管的铜制面板厚度为 0.3mm;3)热管顺序分三段即蒸发段长度 35mm、绝热段 10mm 和冷凝段 35mm;4)将制作好的热管插装在燃料电池的每个工作板之间,其中热管的蒸发段装在燃料电池内部,冷凝段在外部,热管的蒸发段与冷凝段成 90--120 度角,绝热段连接在蒸发段和冷凝段的中间,热管内的相工质为水。

[0010] 本发明的积极效果是热管的散热处理影响电池的温度分布,间接影响电池的极化曲线和电池运行的速度及安全;有效的热管散热处理能保证质子交换膜燃料电池的稳定性及安全性;用 SINDA/FLUENT 建立传热模型能获得对燃料电池内部传递热量反应过程有明确的认知,深入了解余热对电池性能的影响,从而优化对质子交换膜燃料电池的设计。

附图说明

[0011] 图 1 为本发明的热管结构示意图。

[0012] 图 2 为本发明实施例 1 热管的管径为 0.3cm 的工作原理图。

[0013] 图 3 为本发明实施例 1 热管的管径为 0.5cm 的工作原理图。

[0014] 图 4 为本发明实施例 1 热管的管径为 0.8cm 的工作原理图。

[0015] 图 5 为本发明实施例 2 热管为 3 根的工作原理图。

[0016] 图 6 为本发明实施例 2 热管为 5 根的工作原理图。

[0017] 图 7 为本发明实施例 2 热管为 7 根的工作原理图。

[0018] 图 8 为本发明实施例 2 热管为 9 根的工作原理图。

[0019] 图 9 为本发明实施例 3 热管为直角的工作原理图。

[0020] 图 10 为本发明实施例 3 热管为 135 度角的工作原理图。

[0021] 图 11 为本发明实施例 3 热管为 180 度角的工作原理图。

具体实施方式

[0022] 下面结合附图和实施例对本发明做进一步的描述:如图 1 所示,一种基于阵列热

管相变传热的质子交换膜燃料电池热管理方法,其特征在于:采用阵列微通道热管并联紧密镶嵌在燃料电池板上,热管管径为 0.3cm—0.5cm;具体步骤如下:

1)制作阵列微通道热管,采用两块彼此平行的 82mm×30mm×0.3mm 的铜制面板,将 3-9 根焊接好的彼此平行的长方形铜条,按等间距镶嵌在两片铜制面板之间,并对铜制面板的四圈做密封处理;2)在相近的长方形铜条与上下两块铜制面板中间形成了长方形的流道,上下热管的铜制面板厚度为 0.3mm;3)热管顺序分三段即蒸发段 1 长度 35mm、绝热段 2 长度 10mm 和冷凝段 3 长度 35mm;4)将制作好的热管插装在燃料电池的每个工作板之间,其中热管的蒸发段 1 装在燃料电池内部,冷凝段 3 在外部,热管的蒸发段 1 与冷凝段 3 成 90—120 度角,绝热段 2 连接在蒸发段 1 和冷凝段 3 的中间,热管内的相工质为水。

[0023] PEMFC 在正常工作时,热量产生的原因主要是化学反应热、焦耳热(来源于欧姆极化)。其值主要取决于反应气生成能量和输出电能的相对差值。从数值上可以近似地模拟

$$VQ = I_{total}(1.481 - V_{output}) \quad \text{式中, } VQ \text{ 为生成的}$$

不可利用热; I_{total} 为电池的瞬态输出电流; V_{output} 为电池的瞬态输出电压

PEMFC 燃料电池是经过三种方式释放余:燃料电池本身的热辐射、燃料电池汽化散热和循环水间接释放的热能。

a. 燃料电池自身的热辐射为 [1]:

$$VQ_{rad} = \delta \cdot \sigma_b \cdot A_{rad} \cdot (T_{cell}^4 - T_0^4)$$

式中, δ 为电堆黑度; σ_b 为斯蒂芬—波尔兹曼常数; A_{rad} 为电堆辐射面积;

T_{cell} 为电堆循环水出口温度; T_0^4 为环境温度。代入参数

$$\delta = 0.8, A_{rad} = 0.68m^2, T_{cell} = 75^\circ, T_0 = 25^\circ, \text{ 可得辐射}$$

热为 218 W。

[0024] b. 燃料电池内部水汽化散热:

假设全部汽化,水的汽化潜热 γ 为 2256kJ / kg,由公式

$$Q_g = (m_{\text{氢气}} + m_{\text{氧气}}) \cdot \gamma \cdot k / 3600 = (10.68 + 1.33) \times 2256 / 3600 = 7.52 \text{kw}$$

显然,燃料电池反应生成的水不可能完全汽化。经过试验验证。汽化散热量不大于 3 kW。

[0025] 燃料电池内部的热平衡:燃料电池在正常运行的时候,需要随时保持内部热平衡。其热平衡可以描述为:

$$VQ = VQ_{rad} + VQ_q + VQ_{conv}$$

对于功率为 25 kW 的质子交换膜燃料电池发动机而言,产生 25kW 的电能,同时也会出现大概等值的余热,因而热管散热量 $VQ_{conv} = 22\text{kw}$ 。

[0026] 由以上描述得知,燃料电池的余热释放主要是通过水热管理系统中的水循环散热,大约占其全部的 90%,辐射散热和汽化散热占剩下的 10%。因为在制作中要预留散热裕

量,所以模型应简化为: $VQ \approx VQ_{conv}$ 。

[0027] 热管是一种在小的温度梯度下就能把热量从一处传往另一处的传热元件。它是一个封闭的管子或筒体,形状各异。其内表面厢套着多孔毛细吸液芯,吸液芯浸满相工质。热管的其余空间则容纳着汽液工质,外热源在蒸发段把热量加进去,使该段的工质蒸发,由此造成的压差把蒸汽从蒸发段送到冷凝段并且凝结,并把汽化热释放出来传给外热源。通过消耗液相工质进行蒸发,从而使蒸发段的液—汽分界面缩进吸液芯表面,因此生成毛细压力,这个压力把凝结下来的液体输送到蒸发段,再次蒸发,这样反复循环,热管接连不断地把汽化潜热从蒸发段送到其冷凝段,而且不使吸液芯被烧干,只要液体工质流动的通道不阻塞,并保持住够大的毛细压力,这个程序将持续运行下去。

[0028] 实施例 1

选用的热管横截面的尺寸大小是在两块彼此平行的 82mm×30mm×0.3mm 的铜制面板上,用激光焊接的方法焊接了彼此平行的长方形铜条 10 根,将长方形铜条每隔 1.7mm 等距离镶嵌在两片铜板之间,铜板四圈做密封处理。所以相近的铜条和上下两块铜板中间构成了一个面积为 1.50mm×0.80mm 的长方形流道,上下热管盖板厚度都为 0.3mm,薄的盖板能很好的减少热管自身的热阻产热。为保证热管的焊接质量,采用高精度的激光焊。热管蒸发段长度 30mm、绝热段 20mm 和冷凝段 30mm。

[0029] 管径尺寸不同,管数相同;

管数同位5根时时, 管径不同		
管径	热源板面温度(蒸发段)	冷凝段温度
0.3cm	56.45度	48.35度
0.5cm	56.45度	48.35度
0.6cm	56.45度	48.35度
0.8cm	56.45度	48.35度

如图 2 所示热管为 5 根管,管径为 0.3cm 时,上面区域代表的是热源,即蒸发端 1,即代表燃料电池因工作而产生的余热。下面区域代表散热冷凝端 2,热管把热量从热源蒸发段 1 经绝热段 3 带走而在冷凝段 2 散热。热管镶嵌在两块板子中间,并成 90 度左右的直角。图

中左侧不同颜色代表不同的温度。从图中右侧温度颜色的变化,可以发现,热管有效的使热源温度下降了。如图 3 所示热管为 5 根管,管径 0.5cm 时的散热效果图,如 4 图所示,管径从 0.3cm—0.8cm。可以看出,数量相同但管径不同的条件下,热板温度并没有明显变化,冷凝段 2 有些许温度变化。热管分布均匀对热管散热也有很大的作用。

[0030] 蒸发段 1 就是热管负责把热量从电池带走的那段,冷凝段 2 就是外面那段,把气体变成液体,消耗了热量。

[0031] 实施例 2

如图 5-8 所示,管数不同,管径相同采用 0.3cm 时的热管数量不同,散热情况则大为不同。此次实验依次采用了 3 根、5 根、7 根和 9 根热管进行对比分析。

管径为0.3cm时, 管数不同		
管数量	热源板面温度(蒸发段)	冷凝段温度
3	55.15度	51.68度
4	54.45度	48.35度
5	51.01度	44.18度
7	47.72度	23.05度
9	46.96度	22.98度

[0032] 结果很明显,温度从平均 55.15 度降到了 46.96 度。因此证明了热管数量对散热效果有很大的影响,所以在对燃料电池散热时应尽量采用阵列热管进行散热。

[0033] 实施例 3

管数和管径相同时(5根管, 管径为0.8cm), 角度不同		
角度	热源板面温度(蒸发段)	冷凝段温度
90度	55.97度	47.98度
135度	56.26度	48.80度
180度	56.26度	48.80度

从图 9-11 中可以看出,温度几乎没有变化。可以证明角度对散热效果并没有明显的影响,所以在热管对燃料电池散热的设计中,可以为了节约空间,采用带有角度的热管进行设计。采用数量较多热管时燃料电池温度有明显的下降趋势,证明热管能有效均匀的释放燃料电池在工作时产生的余热,并降低了温度使其保持在良好的温度下运行。且热管数量对散热效果影响较大。

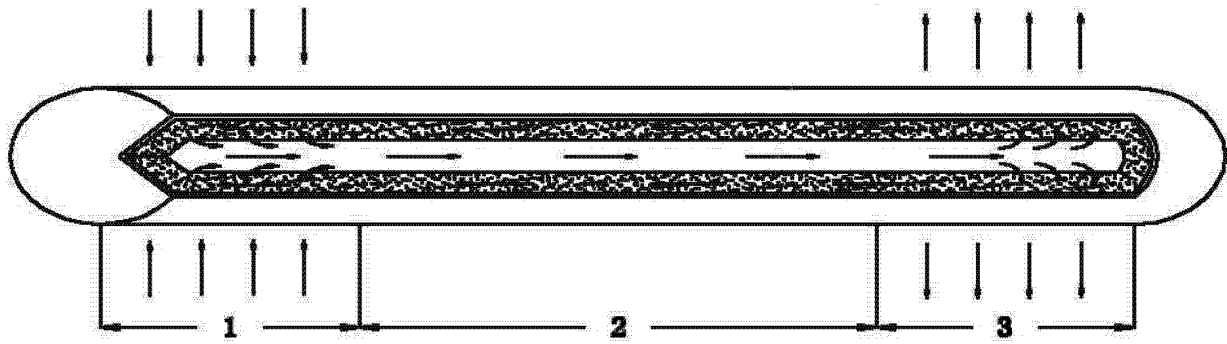


图 1

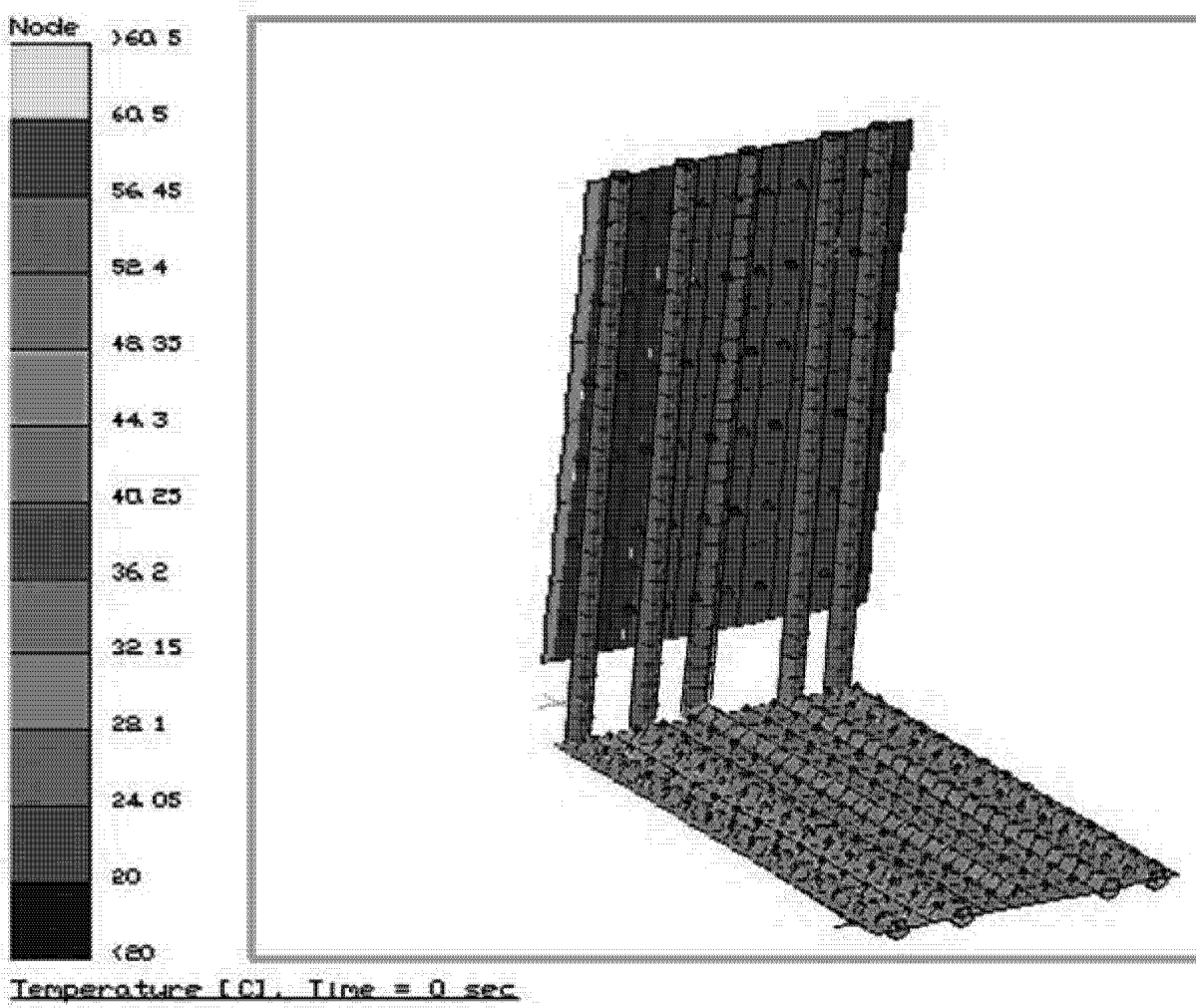


图 2

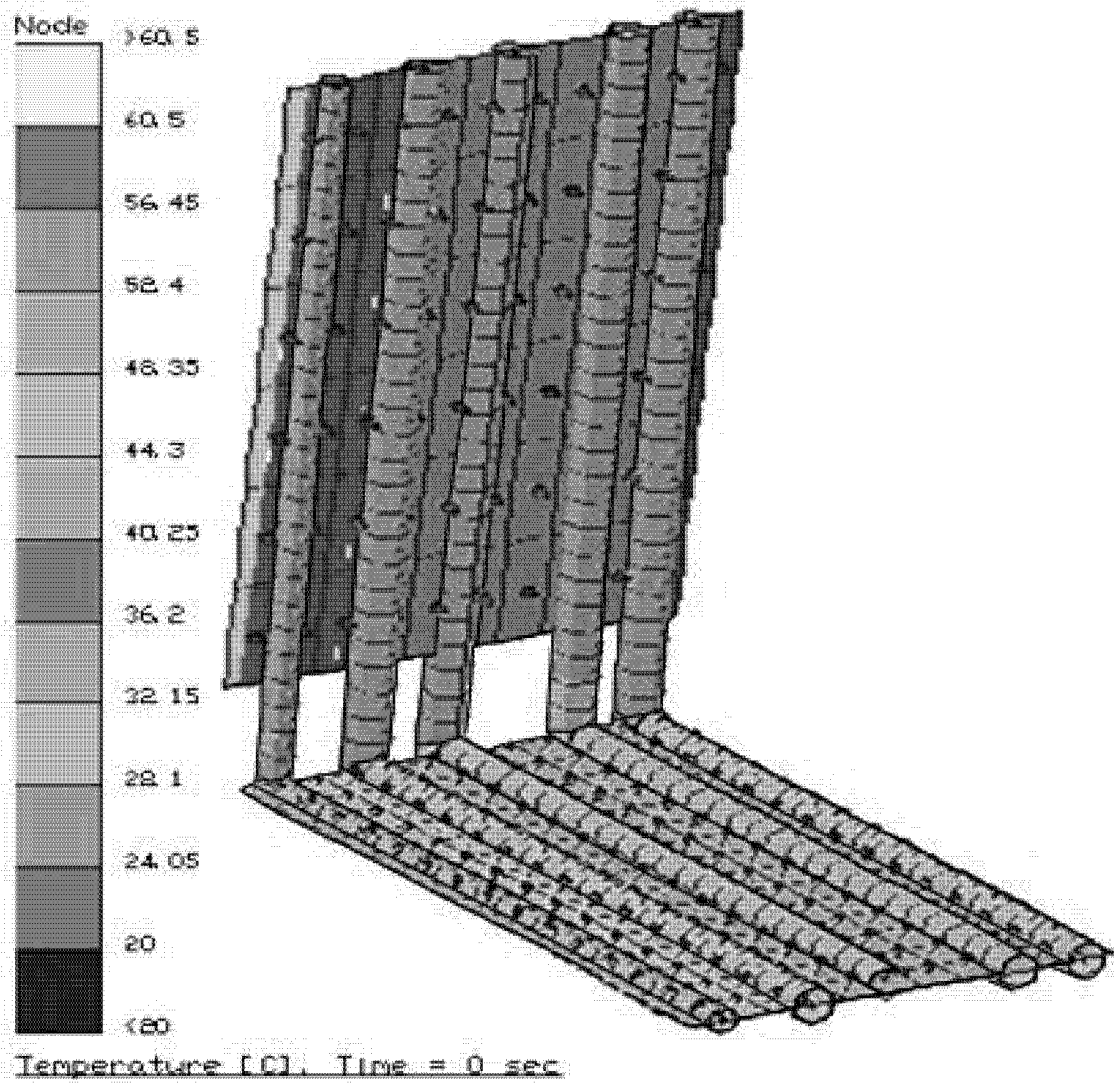


图 3

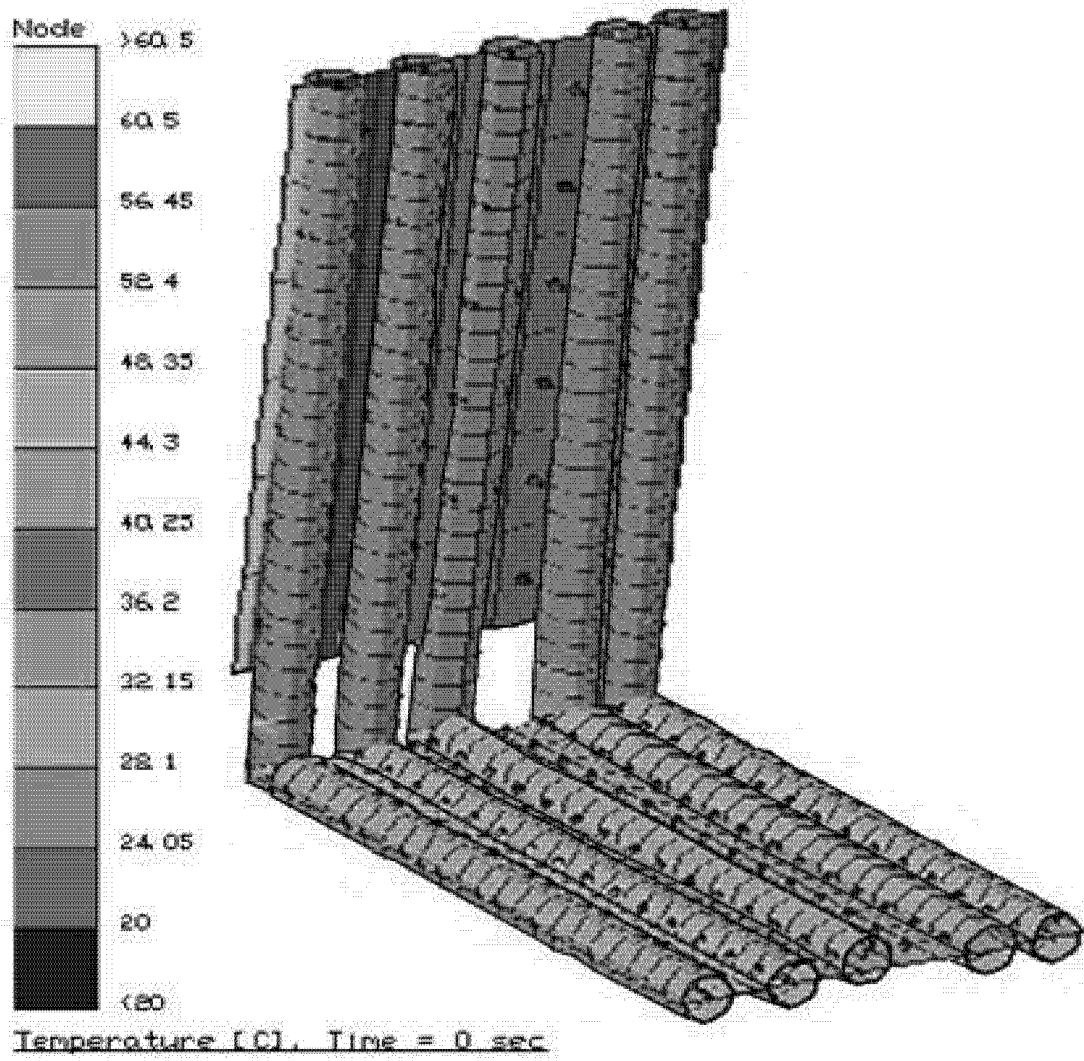


图 4

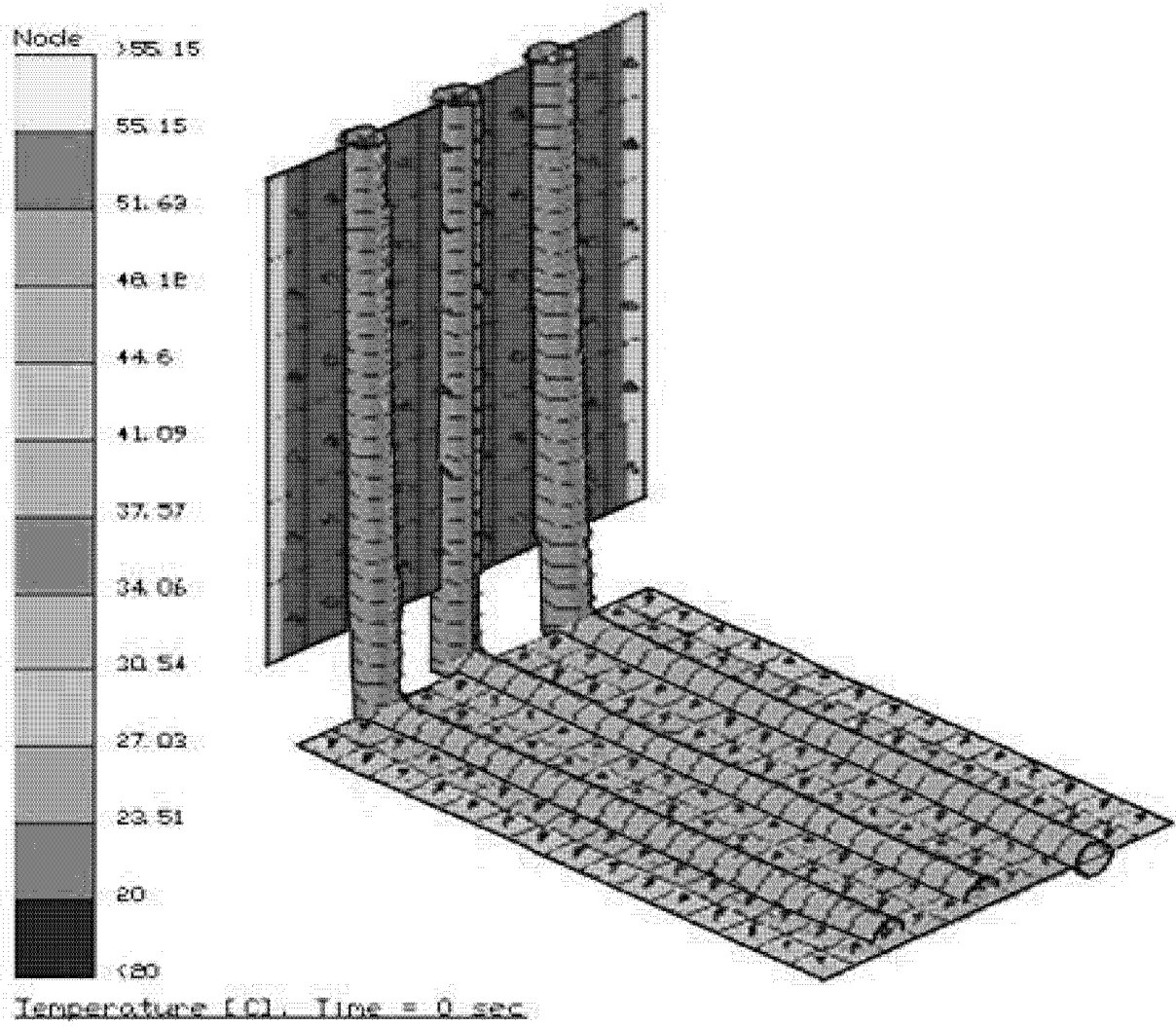


图 5

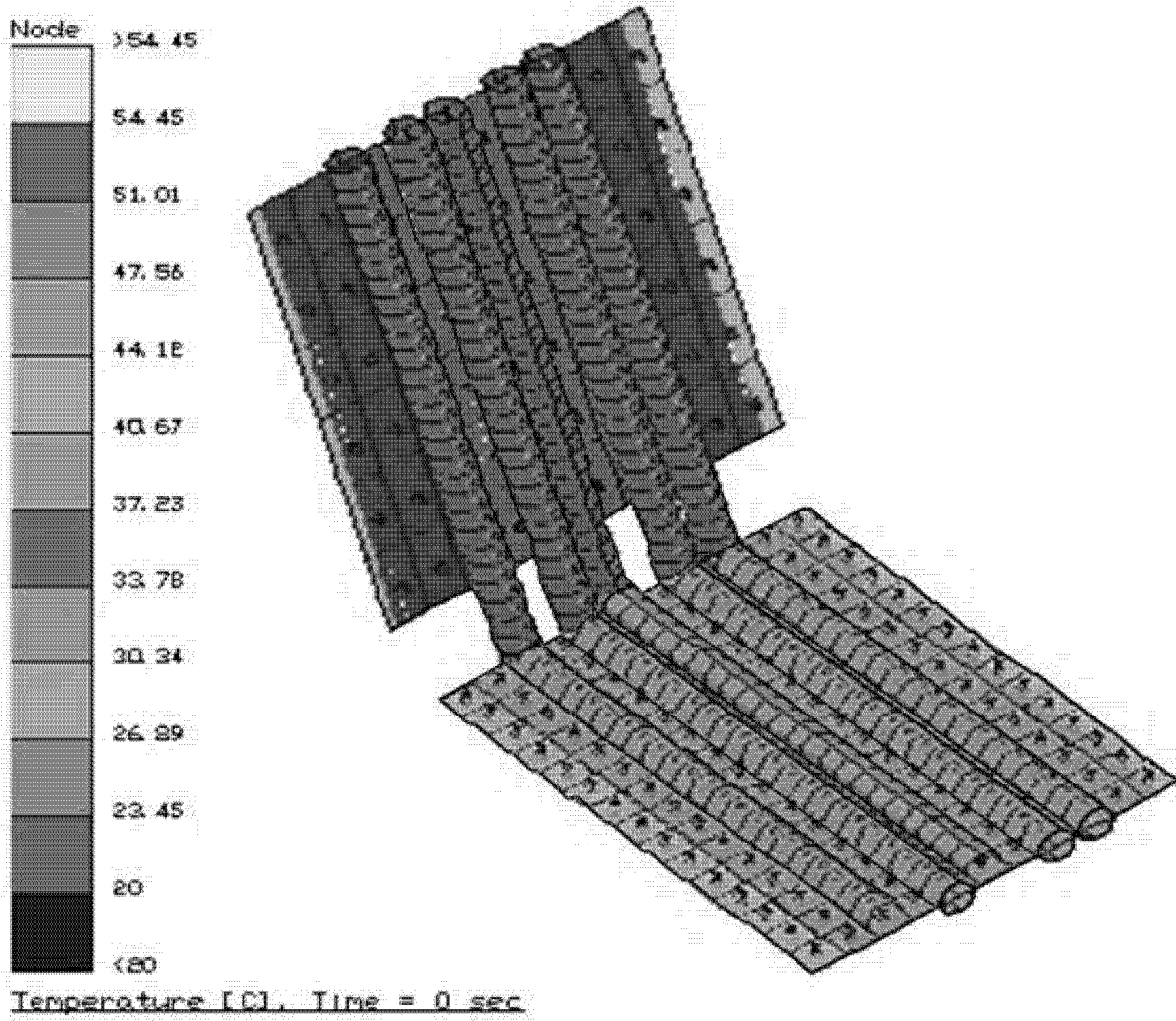


图 6

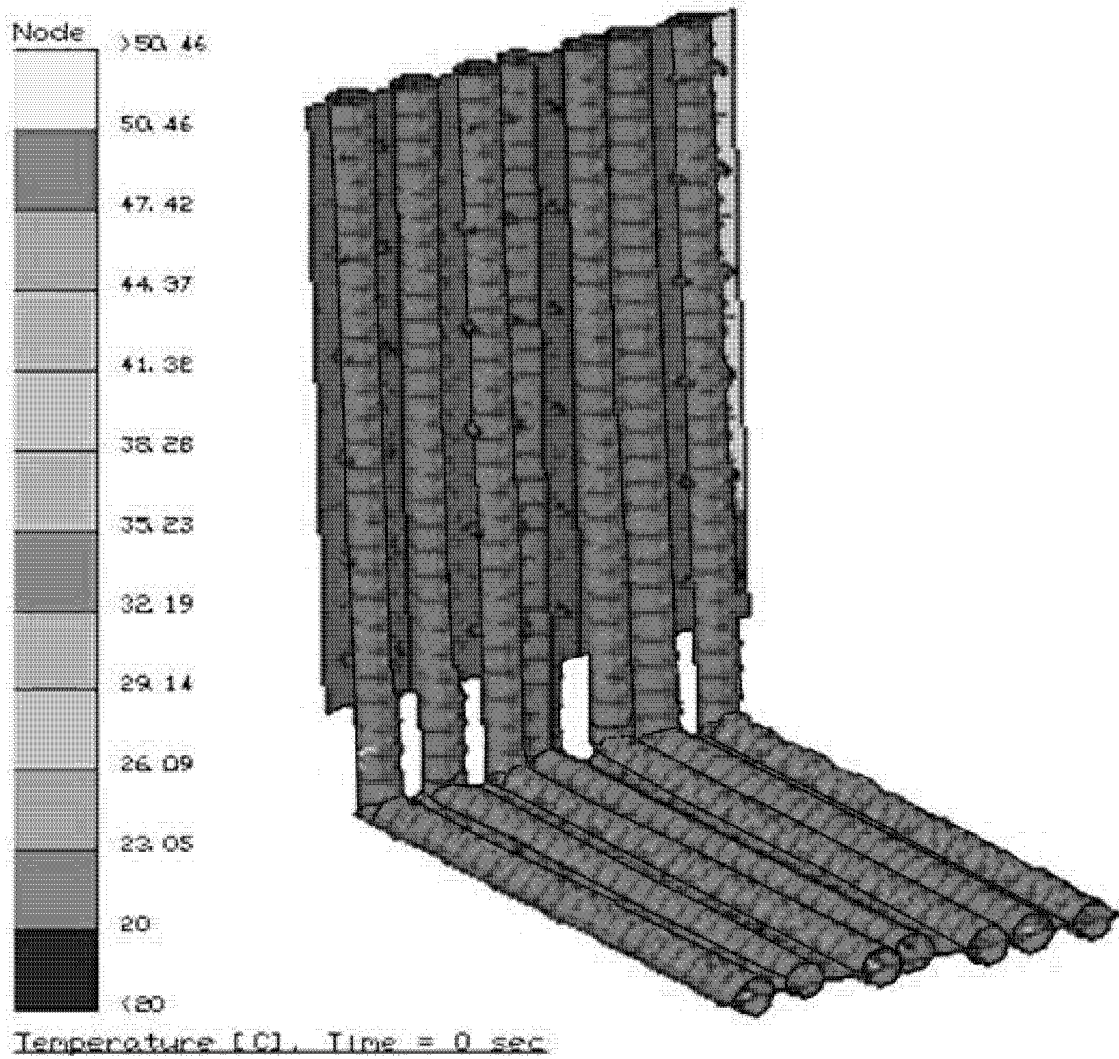


图 7

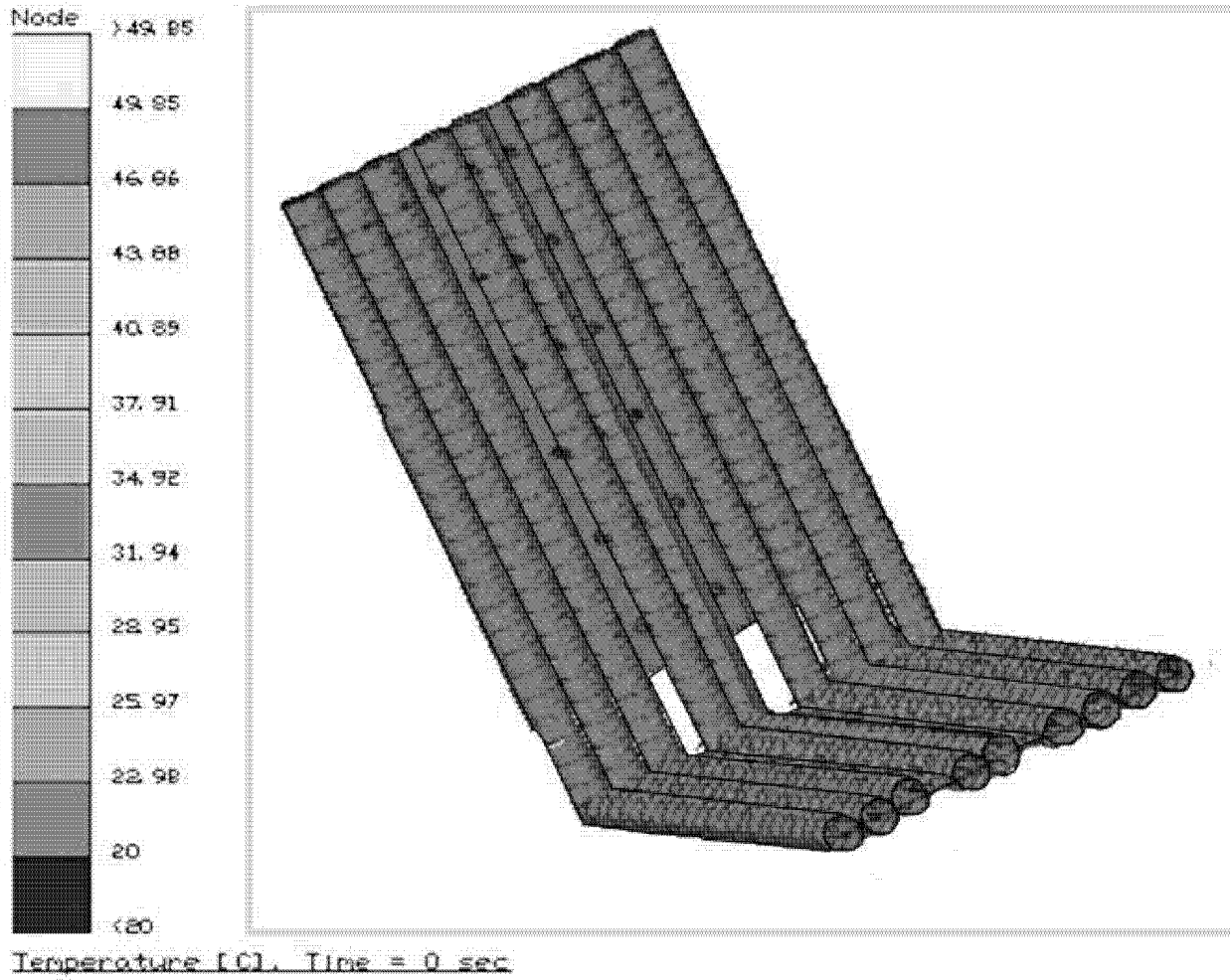


图 8

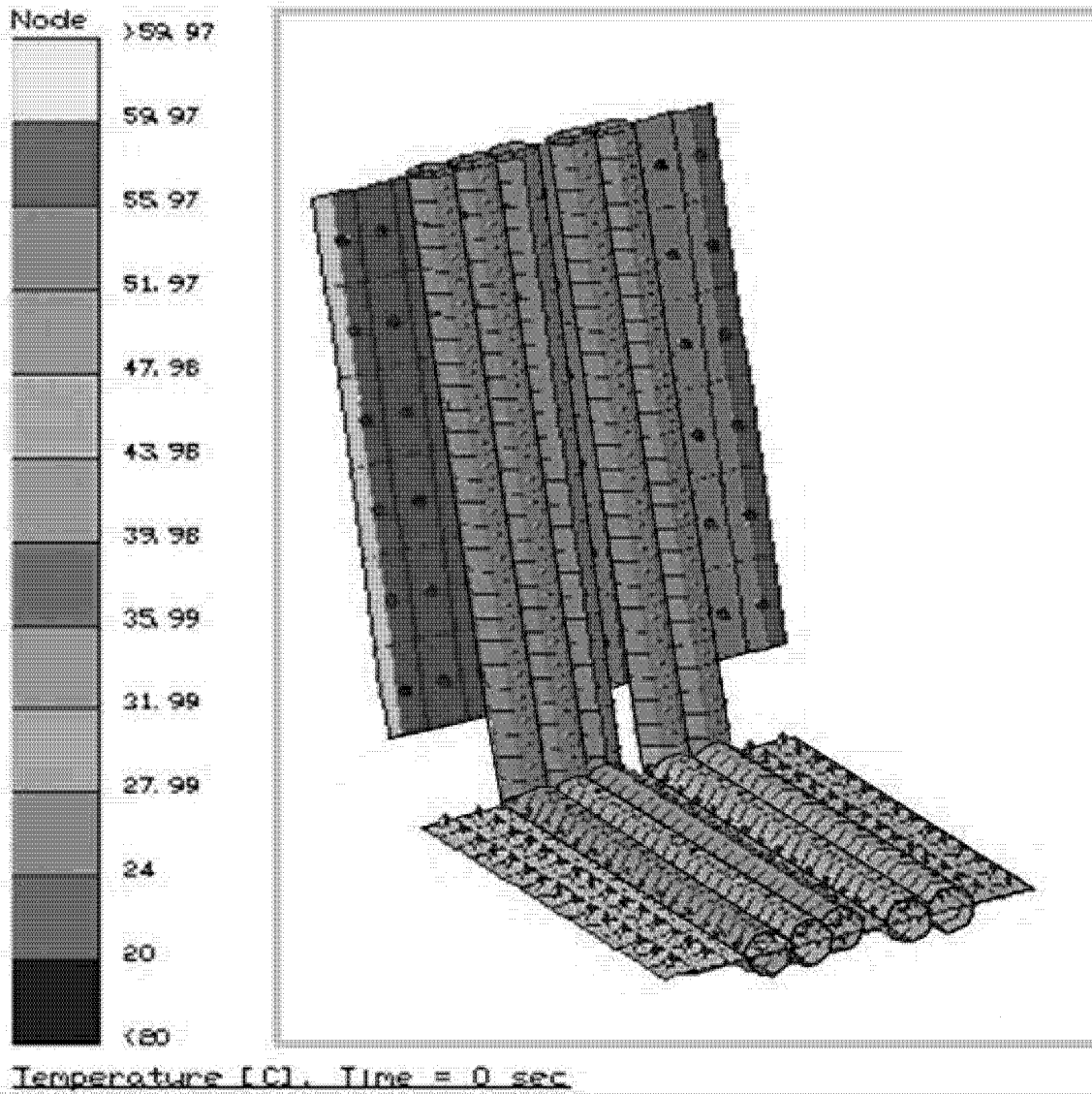


图 9

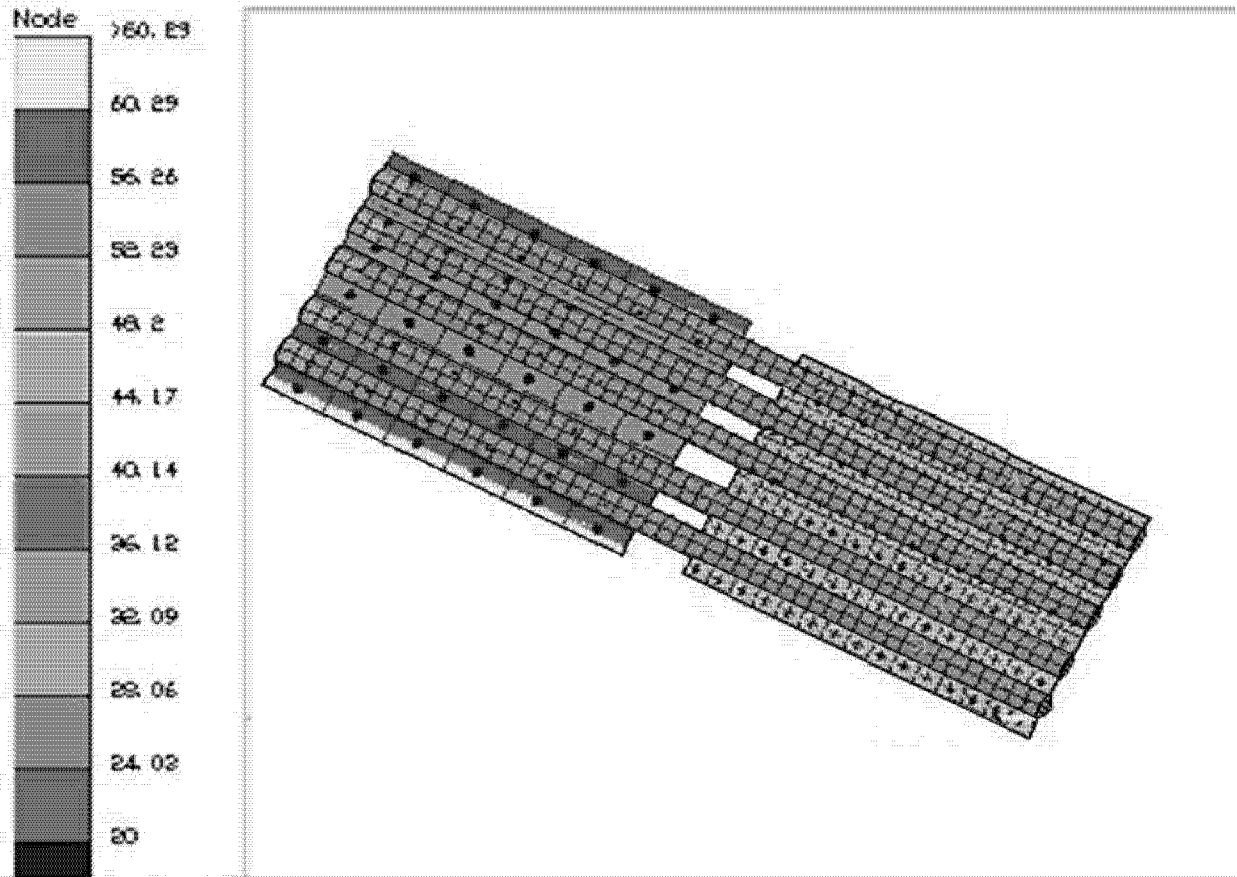


图 10

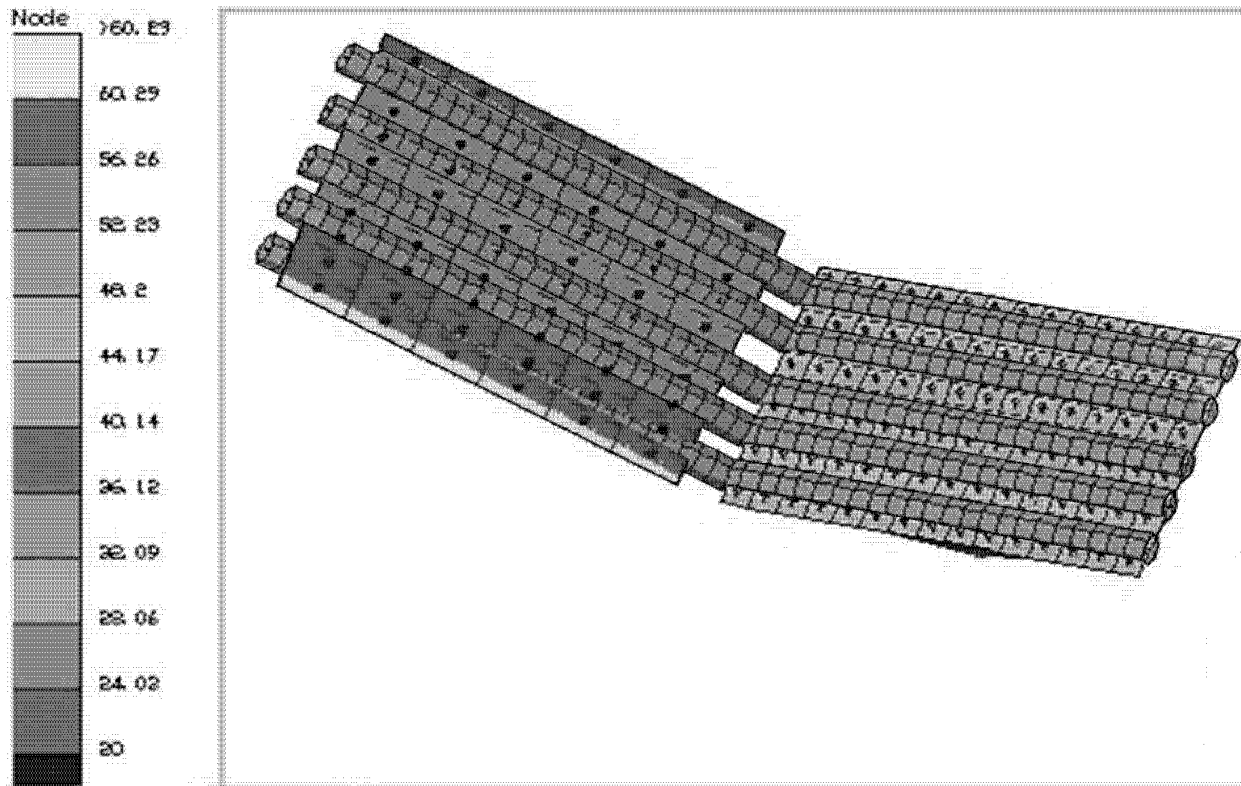


图 11