



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02107209.4

[45] 授权公告日 2007 年 6 月 6 日

[11] 授权公告号 CN 1320682C

[22] 申请日 2002.3.8 [21] 申请号 02107209.4

[73] 专利权人 居永明

地址 518116 广东省深圳市龙岗镇南联路
60 号

[72] 发明人 居永明

[56] 参考文献

CN1245592A 2000.2.23

审查员 于光

[74] 专利代理机构 北京邦信阳专利商标代理有限公司

代理人 王昭林

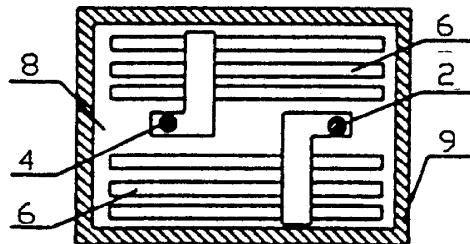
权利要求书 8 页 说明书 22 页 附图 3 页

[54] 发明名称

可反复充放电的锂离子动力电池及其制造方法

[57] 摘要

一种可反复充放电的锂离子动力电池，每个单体电池由盖板、负极极柱、安全阀、正极极柱、电解液、外壳组成，正极极柱与正极相连接，负极极柱则与负极相连接；正极选用一定厚度的铝箔，两面均匀涂布正极活性物质，负极选用一定厚度的铜箔，两面均匀涂布负极活性物质；其特征在于：内本体是由正负极片组即正极片、负极片与隔膜共同构成具有盘状结构的电极集合体；正极或负极的极片形式均为带有大叶单极耳或间距不等的大叶多极耳的形状狭长的展成片，并通过集电夹板导出电流至极柱；正极有一个或若干个极柱，负极有一个或若干个极柱。



1. 一种可反复充放电的锂离子动力电池，每个单体电池由盖板（1）、负极极柱（2）、安全阀（3）、正极极柱（4）、电解液（8）、外壳（9）组成，正极极柱（4）与正极（13）相连接，负极极柱（2）则与负极（12）相连接；正极（13）选用铝箔，且铝箔的两面均匀涂布正极活性物质，负极（12）选用铜箔，且铜箔的两面均匀涂布负极活性物质；其特征在于：内本体（7）是由一对或多对正负极片组即正极片（13）、负极片（12）与隔膜（19）共同构成具有盘状结构的电极集合体；正极或负极的极片均带有大叶单极耳或大叶多极耳，并通过集电夹板（6）导出电流至极柱；正极有一个或若干个极柱，负极有一个或若干个极柱；极柱的形状为圆柱形或片状，安装于外壳（9）的同一或不同的任何表面上；正极片（13）与负极片（12）须间隔层叠置放；内本体（7）最外层两侧为负极片或正极片；内本体（7）须以隔膜紧密包裹或以聚乙烯、聚丙烯框夹紧；正极极耳（11）整齐排列并联于内本体（7）的一端，负极极耳（10）整齐排列并联于内本体的另一端正极（13）的活性物质选自钴酸锂、锰酸锂、镍酸锂或镍钴酸锂；负极（12）的活性物质选自天然石墨、鳞片石墨、人造石墨或石油焦炭；外壳（9）为方形或圆柱形；外壳（9）内装入一个内本体（7）或将若干个内本体并联装入外壳内。

2. 根据权利要求1所述的可反复充放电的锂离子动力电池，其特征在于：所述正负极片为网状金属箔。

3. 根据权利要求1所述的可反复充放电的锂离子动力电池，其特征在于：正极（13）活性物质的密度每平方厘米为0.02g~0.06g；负极（12）活性物质的密度每平方厘米约为0.01g~0.03g。

4. 根据权利要求3所述的可反复充放电的锂离子动力电池，其特征在于：正极（13）活性物质的密度每平方厘米为0.032g~0.042g；负极（12）活性物质的密度每平方厘米为0.014g~0.021g。

5. 根据权利要求1所述的可反复充放电的锂离子动力电池，其特征在于：大叶极耳的最大宽度须小于极耳所在或所构成的那一圈的周长的

一半；当采用圆柱形外壳时，内本体（7）内圈的大叶极耳的宽度应渐次小于外圈极耳的宽度或等宽；当采用方形外壳时，内本体内圈的大叶极耳的宽度渐次小于外圈极耳的宽度或与其等宽；无论采用圆柱形外壳或方形外壳，大叶多极耳的间距不等；大叶单极耳从极片的中间引出或者从接近极片两端的位置引出；大叶极耳为直接裁切，或另行制作并于极片滚压后焊接在极片上；大叶极耳的形状为方形、长方形、半圆形、梯形或带有R角的梯形；极耳根部与极片的连接处为清角连接或光滑圆弧连接；正极（13）、负极（12）的大叶极耳位置须错开卷绕，正极极耳（11）整齐排列并联于内本体（7）的一侧，负极极耳（10）整齐排列并联于内本体的另一侧；内本体（7）最外层为负极片或正极片。

6. 根据权利要求1所述的可反复充放电的锂离子动力电池，其特征在于：大叶极耳的最大高度不大于其自身宽度。

7. 根据权利要求6所述的可反复充放电的锂离子动力电池，其特征在于：大叶极耳的高度小于其宽度。

8. 根据权利要求5所述的可反复充放电的锂离子动力电池，其特征在于：大叶极耳的形状为带有R角的梯形，且采用焊接大叶极耳。

9. 根据权利要求1所述的可反复充放电的锂离子动力电池，其特征在于：整体式集电夹板上有若干可以被压缩而又能弹开的线槽；分体式集电夹板系以若干相互独立的金属片通过串联杆串联；无论整体式集电夹板抑或分体式集电夹板，集电夹板应覆盖极耳，其与极耳接触的表面上加工有凸起的棘刺。

10. 根据权利要求1所述的可反复充放电的锂离子动力电池，其特征在于：隔膜（19）采用具有微孔结构且电流切断温度低的 $15\text{ }\mu\text{m} \sim 80\text{ }\mu\text{m}$ 厚度的聚乙烯或聚丙烯材料制成长条状（19）；隔膜（19）的面积无论长或宽均大于正负极片，除极耳外，隔膜（19）必须将正极片（13）或负极片（12）四周完全遮蔽住，不可露出边缘，以防短路；当充放电要求1C~2C时，隔膜（19）的厚度为 $20\text{ }\mu\text{m} \sim 40\text{ }\mu\text{m}$ ；充放电要求3C或更大时，隔膜的厚度为 $40\text{ }\mu\text{m}$ 或以上。

11. 根据权利要求1所述的可反复充放电的锂离子动力电池，其特

征在于：所述安全阀的压簧（25）装于调节螺栓（23）的内孔中，调节螺栓的内孔用于保持压簧、密封钢球（22）的稳定，压簧（25）在调节螺栓的内孔中纵向上下滑移，密封钢球（22）在调节螺栓的内孔中纵向上下滑移，调节螺栓的外径上加工有与安全阀本体（21）相配的螺纹；调节螺栓加工有若干竖向的排气槽（24），在排气槽的下部则开有排气孔（28）；压簧（25）压在钢球的上部，密封钢球（22）的下部孔则陷压在盖板注液口上的氟橡胶圈（26）上；安全阀底部的卸压孔与盖板（1）上的注液孔相通；或者采用反弓弹片（30）代替所述安全阀的压簧（25），反弓弹片（30）装于调节螺栓（23）的下部，调节螺栓加工有与安全阀本体（21）相配的螺纹，通过拧动钥匙孔（27）调整反弓弹片的张力；安全阀本体内加工有一长方形的排气槽（31），使反弓弹片（30）在排气槽内上下弹动而不可水平转动；密封钢球（22）在安全阀本体的保持架内纵向上下滑移，反弓弹片（30）上加工有工艺装配孔（33），扣压在钢球的上部，密封钢球（22）的下部孔则陷压在盖板注液口上的氟橡胶圈（26）上；安全阀底部的卸压孔与盖板（1）上的注液孔相通；安全阀安装于外壳（9）的任何表面上；较大容量的锂离子动力电池，在同一个侧表面或不同的侧表面安装若干个安全阀；安全阀（3）与极柱安装在外壳（9）的同一个表面上，或安装在不同的表面上。

12. 根据权利要求11所述的可反复充放电的锂离子动力电池，其特征在于：所述安全阀本体（21）上加工有排气小孔（35）；密封钢球为带有水平横槽的球体（22-1），氟橡胶圈（26-1）箍紧在密封钢球（22-1）上的水平横槽中。

13. 根据权利要求11所述的可反复充放电的锂离子动力电池，其特征在于：所述安全阀的密封钢球（22）设计为密封锥台（22-2）；且密封锥台（22-3）上加工一水平横槽，氟橡胶圈（26-2）则箍紧在密封锥台（22-3）上的水平横槽中。

14. 一种可反复充放电的锂离子动力电池的制造方法，其特征在于，包括以下步骤

(1) 配料，包括以下各种方法：

A、以循序配制法配制以 N-甲基-2-吡咯烷酮为介质的正极浆料，所需材料为：聚偏二氟乙烯 2.5% ~ 3.5%、钴酸锂 9.3% ~ 9.5%、导电剂石墨 1% ~ 2% 或乙炔黑 0.5% ~ 1%、碳黑 2% ~ 3%；N-甲基-2-吡咯烷酮的用量受钴酸锂粒径大小、粒度分布的制约，固液比 = 1: 0.3 ~ 1；聚偏二氟乙烯、石墨或乙炔黑、碳黑均需在约 120℃ 烘箱内烘烤约 2 ~ 3 小时；将聚偏二氟乙烯加入 N-甲基-2-吡咯烷酮搅拌约 3 ~ 4 小时后，加入导电剂石墨或乙炔黑、碳黑搅拌约 0.5 ~ 1 小时，最后加入钴酸锂搅拌约 2.5 ~ 4 小时成粘稠的浆状；

A - 2、以循序配制法配制以水为介质的正极浆料，所需材料为：羧甲基纤维素纳 0.6% ~ 0.9%、丁苯胶乳乳液实际固含量 2% ~ 4%、导电剂石墨 1% ~ 2% 或乙炔黑 0.5% ~ 1%、碳黑 1.5% ~ 3%、钴酸锂 9.3% ~ 9.5%；水的用量为所有前述物质总量的 40% ~ 130% 即固液比 = 1: 0.4 ~ 1.3；或者用聚四氟乙烯代替丁苯胶乳乳液；将羧甲基纤维素纳加入水中搅拌约 3 ~ 4 小时后，将丁苯胶乳乳液加入其中搅拌约 0.5 ~ 1 小时，再将导电剂石墨或乙炔黑、碳黑加入搅拌约 0.5 ~ 1 小时，最后加入钴酸锂搅拌约 2.5 ~ 4 小时成较为粘稠的浆状，筛去团聚物和杂质；

A - 3、以干法配制以 N-甲基-2-吡咯烷酮为介质的正极浆料，所需材料为：聚偏二氟乙烯 2.5% ~ 3.5%、钴酸锂 9.3% ~ 9.5%、导电剂石墨 1.5% ~ 2% 或乙炔黑 0.8% ~ 1.2%、碳黑 2% ~ 3%，N-甲基-2-吡咯烷酮的用量受钴酸锂粒径大小、粒度分布的制约，为所有前述物质总量的 35% ~ 90% 即固液比 = 1: 0.3 ~ 1；聚偏二氟乙烯、石墨或乙炔黑、碳黑均需在约 120℃ 烘箱内烘烤 2 ~ 3 小时；将钴酸锂、导电剂石墨或乙炔黑、碳黑放入混料机内搅拌 3 小时；同时将聚偏二氟乙烯与 N-甲基-2-吡咯烷酮搅拌约 2 小时，待其完全溶解后，即刻将混料机搅拌后的混合粉料放入经过搅拌的聚偏二氟乙烯与 N-甲基-2-吡咯烷酮的清浆内继续搅拌约 3 小时成粘稠的浆状；

A - 4、以干法配制以水为介质的正极浆料，所需材料为：羧甲基纤

维素纳 0.6% ~ 0.9%、丁苯胶乳乳液实际固含量 2% ~ 4%、导电剂石墨 1% ~ 2% 或乙炔黑 0.5% ~ 1%、碳黑 1.5% ~ 3%、钴酸锂 9.3% ~ 9.5%；水的用量为所有前述物质总量的 40% ~ 130% 即固液比 = 1: 0.4 ~ 1.3；将钴酸锂、导电剂石墨或乙炔黑、碳黑放入混料机内搅拌约 3 小时；同时将羧甲基纤维素纳与水搅拌约 3 小时，待其完全溶解后成为清浆，即将混料机搅拌后的混合粉料放入经过搅拌的羧甲基纤维素纳与水的清浆内继续搅拌约 3 小时成粘稠的浆状，最后筛去团聚物和杂质；

B、配制以 N-甲基-2-吡咯烷酮为介质的负极浆料，所需材料为：石墨 9.3% ~ 9.5%、聚偏二氟乙烯 5% ~ 7%、N-甲基-2-吡咯烷酮为所有前述物质总量的 8.0% ~ 15.0% 即固液比 = 1: 0.8 ~ 1.5；聚偏二氟乙烯需在温度约 120℃ 的烘箱内烘烤 2 ~ 3 小时，石墨则需在 300℃ ~ 500℃ 温度烘烤 4 ~ 8 小时；负极材料经 325 目振动筛选，网上剩余的不宜使用；将聚偏二氟乙烯加入 N-甲基-2-吡咯烷酮搅拌约 3 ~ 4 小时，再将经 325 目筛网振动筛选备用的石墨加入搅拌约 3 ~ 4 小时成粘稠的浆状；

B - 1、配制以水为介质的负极浆料，所需材料为：石墨 9.3% ~ 9.5%、羧甲基纤维素纳 0.8% ~ 1.5%、丁苯胶乳乳液固含量 2% ~ 4%、水为所有前述物质总量的 8.0% ~ 16.0% 即固液比 = 1: 0.8 ~ 1.6；羧甲基纤维素纳需在 120℃ 温度下烘烤 2 ~ 3 小时，石墨则需在 300℃ ~ 500℃ 温度烘烤 4 ~ 8 小时；或者用聚四氟乙烯代替丁苯胶乳乳液；负极材料经 300 目振动筛选，网上剩余的不宜使用；将羧甲基纤维素纳加入水中搅拌约 3 ~ 4 小时后将丁苯胶乳乳液或聚四氟乙烯加入其中搅拌约 0.5 ~ 1 小时，最后将烘烤后并经 325 目筛选备用的石墨加入搅拌约 3 ~ 4 小时成粘稠的浆状；

正极材料的粒径在 2 μm ~ 12 μm 范围内选用；正极材料的粒度分布过细或过粗的粉体的总和不超过 40%；2 μm 以下的微细粉体的固液比应在原固液比基础上加大 20% ~ 50%，12 μm 以上的较粗粉体的固液比则应在原固液比基础上减小 10% ~ 30%；在正极的配制中，选用的

导电剂材料的粒径须等于或小于正极材料的粒径；

(2) 涂布：将搅拌好的正极或负极浆料均匀涂覆在金属箔集流体上，经辊刀匀速拉出进入烘箱烘烤，烘烤干后即成为半成品集流片；涂布中须注意不可有划痕，露基体，纵横方向上的偏轻偏重现象；无论正极抑或负极，配制好的浆料涂布于金属箔上后均须从预热区段进入涂布机的烘干巷道，绝对不可倒置；预热区段的温度为90℃或以下，中温区段的温度在110℃~130℃间，±10℃、高温区段的温度在120℃~140℃间，±10℃；在前述温度条件下，涂布烘烤时，负极浆料的温度较正极浆料的温度稍高10℃~15℃，以水为介质的浆料温度较N-甲基-2-吡咯烷酮为介质的浆料温度稍高10℃~15℃；涂布的线速度在每分钟800mm~5000mm的范围内调整；涂布后的正极(13)的活性物质的密度每平方厘米为0.02g~0.06g；涂布后负极(12)的活性物质的密度每平方厘米约为0.01g~0.03g；单面涂布或双面同时涂布；单面涂布活性物质，装配时须将同极的极片背面相贴成为两面均有活性物质的集电体；单面涂布所选用的金属箔厚度须较前述的金属箔厚度要薄；

(3) 制片：正极(13)裁切为带有大叶单极耳或大叶多极耳的矩形片并刮去极耳(11)处的浆料；负极(12)裁切为带有大叶单极耳或大叶多极耳的矩形片并刮去极耳(10)处的浆料；制作极耳的方法为裁切、滚切或剪切冲压方式直接加工出成型的极片；或者所述大叶极耳另行制作并于正负极片滚压后焊接在正负极片上；大叶极耳的最大宽度小于周长的1/2，大叶极耳的最大高度不大于其自身宽度；采用圆柱形外壳时，内圈的大叶极耳的宽度渐次小于外圈极耳的宽度；采用方形外壳时，内圈的大叶极耳的宽度渐次小于外圈极耳的宽度或与其等宽；在需要快速大功率充电而无需大功率放电的情况下，负极的大叶极耳的宽度大于正极的大叶极耳的宽度；在需要大功率放电而无需快速大功率充电的情况下，正极的大叶极耳的宽度大于负极的大叶极耳的宽度；正极采用大叶单极耳，负极亦采用大叶单极耳；正极采用大叶多极耳，负极亦当采用大叶多极耳；在需要快速大功率充电而无需大功率放电的

情况下，负极采用大叶多极耳，而正极则采用大叶单极耳；在需要大功率放电而无需快速大功率充电的情况下，正极采用大叶多极耳，负极则采用大叶单极耳；采用大叶多极耳，则极耳的间距不等；大叶极耳的形状为方形、长方形、半圆形、梯形或带有R圆角的梯形极耳；大叶极耳的根部与极片的连接处为清角连接，或为光滑圆弧连接；大叶极耳加工为扬头式（10/11）或藏头式（17/18）；

隔膜（19）采用具有微孔结构且电流切断温度低的 $15\text{ }\mu\text{m}\sim80\text{ }\mu\text{m}$ 厚度的聚乙烯材料或聚丙烯材料制成的长条状（19）；充放电要求 $1\text{ C}\sim2\text{ C}$ 时，隔膜（19或19-1）的厚度为 $20\text{ }\mu\text{m}\sim40\text{ }\mu\text{m}$ ；充放电要求 3 C 或更大时，隔膜的厚度为 $40\text{ }\mu\text{m}$ 或以上；除极耳外，隔膜（19）必须将正极（13）或负极（12）四周完全遮蔽住，不可露出边缘，以防短路；或用沉浸法将已经滚压后的正极（13）沉浸在含有造孔剂的聚烯烃类材料的浆料中，再萃取正极（13）上的造孔剂，形成与正极片一体的隔膜；或将含有造孔剂的聚烯烃类材料的浆料直接涂覆在已经滚压后的正极（13）的表面，再萃取正极（13）上的造孔剂，形成与正极片一体的隔膜（19）；

（4）滚压：滚压工艺中，正极的线压力为 $100\sim180\text{ kg/CM}$ ，负极的线压力为 $80\sim160\text{ kg/CM}$ ；正极（13）在滚压前的厚度约为 $170\text{ }\mu\text{m}\sim270\text{ }\mu\text{m}$ ，滚压后的厚度约为 $110\text{ }\mu\text{m}\sim165\text{ }\mu\text{m}$ ；负极（12）滚压前的厚度约为 $185\text{ }\mu\text{m}\sim275\text{ }\mu\text{m}$ ，滚压后 $110\text{ }\mu\text{m}\sim165\text{ }\mu\text{m}$ ；

（5）卷绕：卷绕配用圆柱形外壳内本体的卷针为圆轴形，卷绕配用方形外壳内本体的卷针为有刚性及弹性的薄片；当极片内折时，应在极片上的内折处加工折叠线并刮去折叠线处的活性物质；正极（13）上如果加工有折叠线，应将负极（12）前端对齐正极（13）的折叠线的中心线，令其不能刺破隔膜（19）；卷绕时，须将一对正负极片组整齐叠放，中间衬以隔膜（19）紧密卷绕成内本体（7）；或将多对正负极片并联整齐叠放，同时紧密卷绕成一个内本体；动力电池内装入一个内本体（7）；或将若干个内本体并联装入外壳（9）内，组成较大容量

的动力电池；卷绕时，正负极片上的大叶极耳必须错开位置，或极耳整齐相对分列正负两极；采用圆柱形外壳的卷绕后的内本体（7）的纵剖面为矩形；采用方形外壳的卷绕后的内本体（7）呈矩形，；卷绕成型后的内本体（7），排除隔膜（19）厚度，正极（13）与负极（12）的间隙距离，不得大于 $25\mu\text{m}$ ；

(6) 注液：注液前必须抽出锂离子动力电池内腔中的常态空气，然后将电解液从安全阀（3）内的注液孔注入；注液量在 $0.15\text{Ah/g} \sim 0.6\text{Ah/g}$ 的范围内调整；所采用的多元电解液如下：六氟磷酸锂/乙烯碳酸酯：二甲基碳酸酯：二乙基碳酸酯，溶剂比例为 $0.95 \sim 1.05 : 0.95 \sim 1.05 : 0.95 \sim 1.05$ ；或六氟磷酸锂/乙烯碳酸酯：乙基甲基碳酸酯：二乙基碳酸酯，溶剂比例为 $0.95 \sim 1.05 : 0.95 \sim 1.05 : 0.95 \sim 1.05$ ；或六氟磷酸锂/乙烯碳酸酯：二甲基碳酸酯：乙基甲基碳酸酯，溶剂比例为 $0.95 \sim 1.05 : 0.95 \sim 1.05 : 0.95 \sim 1.05$ ；或六氟磷酸锂/乙烯碳酸酯：二甲基碳酸酯：乙基甲基碳酸酯：二乙基碳酸酯，溶剂比例为 $0.95 \sim 1.05 : 0.95 \sim 1.05 : 0.95 \sim 1.05 : 0.95 \sim 1.05$ ；或六氟磷酸锂/乙烯碳酸酯：二甲基碳酸酯：乙基甲基碳酸酯：二乙基碳酸酯，溶剂比例为 $0.95 \sim 1.05 : 0.95 \sim 1.05 : 0.95 \sim 1.05 : 0.95 \sim 1.05$ ；

(7) 化成：化成工序必须一次性不间断地完成，化成曲线应光滑连接，电流应控制在 $0.01\text{C} / 10\text{小时} \rightarrow 0.02\text{C} / 5\text{小时} \rightarrow 0.05\text{C} / 5\text{小时} \rightarrow 0.1\text{C} / 4\text{小时} \rightarrow 0.2\text{C} / 1\text{小时}$ ，恒流充满后转为恒压继续充，力求一次性充足；

(8) 分容：将电性能各项指标均符合工艺要求的电池与各项电性能指标未达工艺要求的电池分别置放入库。

可反复充放电的锂离子动力电池及其制造方法

技术领域

本发明涉及一种可以反复充放电的环保电池，更具体而言，本发明涉及一种可以反复充放电的锂离子动力电池及其制造方法。

背景技术

由于环保以及节能的要求，当今世界对能源的需求越来越迫切，因此寻求高效率而又洁净的动力源，是社会发展和科技进步的必然趋势。

已经有很多研究涉足动力电池领域。当前常见的动力电池有铅酸电池、镍镉电池、镍氢电池、钠硫电池等。但由于其能量密度低，充电时间长，而且不能满足大功率充放电的需求，直接影响这些动力电池的实用性。近年来，锌空气电池、锂离子电池、质子交换膜燃料电池等均被认为是作为动力电池发展的最佳动力电池。但由于无法满足大功率充放电的要求，因此其实用性问题严重阻碍了动力电池的实际应用。

中国专利申请 00101356.4 公开了“一种可反复充放电的铬氟锂固体动力电池”。虽然名义上是可反复充放电的铬氟锂固体动力电池，但实际上其结构和组分均未充分公开，因此基本不具有实用性和应用价值，而且也未从根本上解决大功率充放电的问题。锂离子动力电池的最大问题是充放电过程中产生的热量，而这种在充放电过程中产生的热量对锂离子动力电池是有很大的不良影响的。

因此，本发明的目的是提供一种能够反复充放电的锂离子动力电池，它可以解决锂离子动力电池大功率充放电的问题。

发明内容

本发明提供了一种可反复充放电的锂离子动力电池，每个单体电池由盖板、负极极柱、安全阀、正极极柱、集电夹板、

内本体、电解液、圆柱形或方形外壳组成，其特征在于：内本体系由正负极片组即正极片、负极片与隔膜共同构成具有盘状结构的电极集合体；正极极柱与正极相连接，负极极柱则与负极相连接；正极选用一定厚度的铝箔，两面均匀涂布正极活性物质，负极选用一定厚度的铜箔，两面均匀涂布负极活性物质；正极或负极的极片形式均为带有大叶单极耳或间距不等的大叶多极耳的形状狭长的矩形片（又称为展成片），大叶单极耳、大叶多极耳又统称为大叶极耳。大叶极耳既可以为扬头式也可以为藏头式，并通过集电夹板导出电流至极柱；正极有一个或若干个极柱，负极有一个或若干个极柱，正负极柱的数量可以相等也可以不等，极柱的直径可以相等也可以不等。

本发明采用了可以减低电流密度的大叶极耳的结构，它（们）能够最大限度地避免产生于锂离子动力电池而言非常有害的热量。

本发明还提供了一种用于可反复充放电的锂离子动力电池的安全阀，其中的压簧装于调节螺栓的内孔中，调节螺栓的内孔用于保持压簧、密封钢球的稳定，压簧可在调节螺栓的内孔中纵向上下滑移，密封钢球可在调节螺栓的内孔中纵向上下滑移，调节螺栓的外径上加工有与安全阀本体相配的螺纹；调节螺栓加工有若干竖向的排气槽，在排气槽的下部则开有排气孔；压簧压在钢球的上部，密封钢球的下部孔则陷压在盖板注液口上的氟橡胶圈上；安全阀底部的卸压孔与盖板上的注液孔相通。

本发明还提供了一种可反复充放电的锂离子动力电池的配比及其制造方法，包括以下步骤：配料→涂布（拉浆）→切片（如果直接裁切极耳，则无焊接极耳工序）→滚压→制作（焊接）极耳→卷绕（包括装壳、封口）→注液→化成→分容。

本发明具有设计独特的集电（集流）端子即大叶极耳的正负极片与隔膜同时卷绕在一起而构成的内本体、对内压更加敏感、因而更可靠、更安全的安全阀、集流性能、散热性能更好的集电夹板解决锂离子动力电池的大功率反复充放电要求，从而实现锂离子动力电池的广泛应用。

附图说明

下面结合附图中的优选实施例，可以更容易理解本发明的内容。在附图中，相同的附图标记表示相同的部件，其中：

图 1A 所示为采用圆柱形外壳的锂离子动力电池的剖视图；

图 1B 表示为采用圆柱形外壳的锂离子动力电池的俯视图形；

图 1C 所示为采用圆柱形外壳的锂离子动力电池的正、负极片的卷绕方式；

图 2A 所示为采用方形外壳的锂离子动力电池的俯视图形；

图 2B 所示为采用方形外壳的锂离子动力电池的正、负极片的卷绕方式；

图 3 所示则为采用方形外壳的锂离子动力电池剖视图；

图 4A、4A-1、4B、4B-1、4C、4C-1、4D、4D-1 为大叶单极耳和大叶多极耳的示意图；

图 5 和图 6 分别表示压簧式和压片式安全阀的结构。

具体实施方式

从外观而言，锂离子动力电池的基本构成如图 1A、图 2A 所示，每个单体电池系由盖板 1、负极极柱 2、安全阀 3、正极极柱 4 和敞口外壳 9、内本体 7 组成；在锂离子动力电池的内腔中，则有集电夹板（亦称极片夹板）6、电解液 8、负极片 1 2、正极片 1 3 以及隔膜 1 9。外壳 9、盖板 1、负极柱 2、安全阀 3、正极柱 4 构成锂离子动力电池的外本体；正负极片组，隔膜、集电夹板构成锂离子动力电池的内本体 7。以下详细描述卷绕式锂离子动力电池的结构。

卷绕式锂离子动力电池的结构

锂离子动力电池的卷绕式内本体 7 系由正、负极片与隔膜共同构成具有如图 1C 或如图 2B 所示的盘状结构的电极集合体，正负极的展成片均为如图 4A、图 4A - 1 的较为狭长的矩形片。

正极 1 3 由铝箔及正极活性物质组成，铝箔为薄片状之金属箔，两面均匀涂布了正极活性物质（既可以是钴酸锂、也可

以是锰酸锂或镍酸锂、镍钴酸锂）。铝箔的表面通常比较光滑，但表面较为粗糙的铝箔对涂布活性物质而言，附着力更好。较为适宜的铝箔厚度范围为 $10 \mu\text{m} \sim 80 \mu\text{m}$ ，充放电要求 $1 \text{C} \sim 2 \text{C}$ 时，排除其他影响因素，选用铝箔的最佳厚度为 $15 \mu\text{m} \sim 25 \mu\text{m}$ ；充放电要求 $2 \text{C} \sim 3 \text{C}$ 或更大时，排除其他影响因素，选用铝箔的最佳厚度为 $20 \mu\text{m} \sim 45 \mu\text{m}$ 或以上。

负极 1 2 由铜箔及负极活性物质组成，铜箔为薄片状之金属箔，两面均匀涂布了负极活性物质（既可以是天然石墨、也可以是鳞片石墨、人造石墨或石油焦炭）的集电体。铜箔的表面通常比较光滑，但表面较为粗糙的铜箔对涂布活性物质而言，附着力更好。较为适宜的铜箔厚度为 $6 \mu\text{m} \sim 50 \mu\text{m}$ ，充放电要求 $1 \text{C} \sim 2 \text{C}$ 时，排除其他影响因素，选用铜箔的最佳厚度为 $8 \mu\text{m} \sim 20 \mu\text{m}$ ；充放电要求 $2 \text{C} \sim 3 \text{C}$ 或更大时，排除其他影响因素，选用铜箔的最佳厚度为 $15 \mu\text{m} \sim 35 \mu\text{m}$ 或以上。

无论正极铝箔抑或负极铜箔，厚度都不宜太厚。金属箔（铝箔 / 铜箔）的厚度既与集流体的面积相关，更与每一单片极片的电容量相关，较大电容量的极片的金属箔厚度比较小电容量的极片的金属箔的厚度应当稍厚。在条件许可的情况下金属箔应当尽可能薄，以期在涂布同量的活性物质时获得更大的极片面积，从而获得更好的电性能。

为了减小金属箔的重量和体积，也为了增加金属箔的柔韧性，以便于将锂离子动力电池制造成能够适应各种不同形态需要的形状，无论正极抑或负极所用的金属箔，还可另行选用丝网状或平板网状的金属箔。所谓平板网状的金属箔，即在薄的铝箔或铜箔上以机械方法或化学方法或其他方法打出若干细密的小孔，经纵横方向上拉伸而成。

既往的锂离子电池的活性物质（不包括导电剂、粘结剂、分散剂）在配料总量中约占 90%，其余约 10% 为导电剂、粘结剂、分散剂。本发明涉及的锂离子动力电池的活性物质的量无论正极抑或负极均有较大增加，约为 93% ~ 95% 甚至更高。正极活性物质的密度每平方厘米为 0.02g ~ 0.06

g，正极活性物质的最佳密度每平方厘米为0.032g~0.042g；负极活性物质的密度每平方厘米约为0.01g~0.03g，负极活性物质的最佳密度每平方厘米为0.014g~0.021g。

锂离子动力电池的主要特性应适合动力用途，就必须适应大功率充放电要求。本发明中的重要构成为采用了面积较大的集电（集流）端子即大叶极耳，大叶极耳更利于导流、散热，完全可以适应大功率充放电要求。为了名称的一致性及尽可能体现本发明中集电（集流）端子的特征形象，故将集电（集流）端子称为大叶极耳。每一极片只有一个极耳的称为大叶单极耳，如图4A、图4A-1所示，每一极片有若干个极耳的称为大叶多极耳，如图4B、图4B-1；图4C、图4C-1；图4D、图4D-1所示。

裁切极片时，应将正负极片分别裁切成符合工艺尺寸、形状狭长的展成片。

正、负极片的尺寸因其工艺要求而有所不同，由于正极的活性物质的价格远比负极的活性物质昂贵，故在裁切时采取负极片的长、宽均比正极片略大一点的做法，节省资源，充分发挥正极的物质性能，亦即正极片的面积比负极片的面积略小，负极片的面积比正极片的面积略大。

正极13、负极12通常裁切为带有大叶单极耳（11/10）的狭长矩形片并刮去极耳处的浆料；正极13、负极12还可以裁切为带有大叶多极耳的狭长矩形片并刮去各极耳处的浆料。

大叶极耳的制作方法除裁切外，还可以滚切或剪切冲压的方式直接加工出成型的极片。

较小容量的锂离子动力电池，正极、负极通常各只有一个大叶极耳；较大容量的锂离子动力电池则有若干个大叶极耳。故在有需要时，正负极片也可制作成如图B、图B-1所示的大叶多极耳，大叶多极耳的导流性能显然 较大叶单极耳更优，散热性能也会更好。

正极的大叶极耳11、负极的大叶极耳10的极耳宽度应当在条件许可的情况下尽可能采用较大的截面积，也就是说，

极耳应当尽可能宽，尽可能厚，集电（集流）路径应当尽可能缩短，有利于电流的导出和散热。

大叶极耳的宽度当然是越宽越有利于导流、散热。但正负极片上的大叶极耳如果从同一方向例如向上引出，如图 4A、图 4A - 1 所示，无论是大叶单极耳或大叶多极耳，也无论最后是卷绕成圆柱形内本体抑或方形内本体，大叶极耳的最大宽度须小于大叶极耳所在或所构成的那一圈的周长的一半（1 / 2）。

较大容量的动力电池的极耳，相对较小容量的动力电池的极耳，从导流、散热、高倍率充放电的性能而言，显然要更宽大一些才能满足要求。

无论采用圆柱形外壳抑或方形外壳，大叶多极耳的间距不等，继续卷绕，极片上各个极耳须在相同位置重合，以便整齐地装入集电夹板。大叶多极耳的间距与采用圆柱形外壳的内本体 7 的直径（周长）相关，与采用方形外壳的内本体 7 的周长相关。由于卷绕式锂离子动力电池的内本体 7 系经卷绕而成，每一圈展开的周长是不同的，内圈展开的周长相对于外圈展开的周长而言要小，故内圈极耳的间距小于外圈极耳的间距。

鉴于前述理由（每一圈展开的周长是不同的，内圈展开的周长相对于外圈展开的周长而言要小），因此，大叶多极耳除间距不等外，每一大叶极耳的宽度也是不等的。如果采用圆柱形外壳，则内圈极耳的宽度当渐次小于外圈极耳的宽度；如果采用方形外壳，则内圈极耳的宽度既可以渐次小于外圈极耳的宽度，也可以等宽。

实际上，内圈极耳的宽度与外圈极耳的宽度差别很小，故多数情况下，内圈极耳的宽度与外圈极耳的宽度等宽。换言之，内圈极耳的宽度在要求不很严格的情况下也可以与外圈极耳的宽度等宽。

通常情况下，正极 1 3 上的大叶极耳的宽度与负极 1 2 上的大叶极耳的宽度等宽。当然，正负极片上各自的大叶极耳的宽度在特殊要求下也可以不等宽。较大容量的锂离子动力电池在需要快速大功率充放电的情况下，正负极片上的极耳宽度应当相等。在需要快速大功率充电而无需大功率放电的情况下，

负极 1 2 上的大叶极耳的宽度可以大于正极 1 3 上的大叶极耳；在需要大功率放电而无需快速大功率充电的情况下，正极 1 3 上的大叶极耳的宽度可以大于负极 1 2 上的大叶极耳的宽度。

通常情况下，大叶极耳的最大高度通常不大于其自身（大叶极耳）宽度，最好小于其宽度。当然，大叶极耳的高度越小越好。大叶极耳的位置虽然可以随意置放，但从集流性能而言，卷绕式锂离子动力电池的大叶单极耳应尽可能从极片的中间引出。而从加工是否方便的角度而言，卷绕式锂离子动力电池的大叶单极耳则可以从接近极片两端的位置引出。也就是说，大叶单极耳既可以从极片的中间引出，也可以从接近极片两端的位置引出。

大叶极耳与集流体的连接处既可以是清角（即连接处是没有圆弧的直角、钝角）连接，也可作光滑圆弧连接（即连接处有 R 角），如图 A、图 A - 1 连接处的 R，不但具有更高的机械强度，也有利于防止热量集中而导致熔断极耳甚至熔毁极片。

通常情况下，锂离子动力电池的正负极片采用对应极耳，即当正极 1 3 采用大叶单极耳，负极 1 2 通常亦采用大叶单极耳；正极 1 3 采用大叶多极耳，负极 1 2 亦当采用大叶多极耳。为了因应大功率充放电的需要，较大容量的锂离子动力电池在需要快速大功率充放电的情况下，正负极片上的极耳形式应当相当、数量应当相等。在需要快速大功率充电而无需大功率放电的情况下，负极可以采用大叶多极耳，而正极则可以采用大叶单极耳；在需要大功率放电而无需快速大功率充电的情况下，正极可以采用大叶多极耳，负极则可以采用大叶单极耳。

极耳的制作方法无论是直接裁切的极耳 1 0，1 1 或经过焊接的极耳，均为扬头式。所谓扬头式极耳，可见极耳明显高于极片涂布活性物质的部分，其优点是便于刮粉。

除扬头式极耳外，图 4D、图 4D - 1 所示的极耳则为藏头式极耳。藏头式极耳的形式与扬头式极耳的形式恰巧相反。

这种藏头式大叶极耳 1 7，1 8 能够更充分利用锂离子动力电池内腔的空间。

为了防止锂离子动力电池在大功率充放电时产生的高温熔断较薄的极耳，可以如图 4C、图 4C - 1 所示焊接的方法制作极耳 1 5，1 6，焊接时可以若干金属片焊接，既增加了机械强度、提高了导流性能，又改善了散热性能，因此，制作大叶极耳最好采用焊接大叶极耳。焊接处 1 4 必须牢固。焊接极耳的优点是裁切的极片毛刺较少。焊接所用的极耳的材料，正极为铝制，负极为镍制或铜制。

大叶极耳的形状视需要可以为方形、长方形、半月（圆）形、梯形或其他有利于导流、散热的形状，最佳的极耳形状为连接处带有 R 圆角的梯形。

从经济性考虑，卷绕时通常将负极 1 2 放在外层。当然，在有需要的情况下，也可以将正极 1 3 放在外层。

由于正负极片必须叠放一起经卷绕方式才能制造成内本体 7，当极片内折时，可能导致脱粉，故应考虑在极片上的内折处加工折叠线。折叠线处的活性物质必须刮去。采用圆柱形外壳的锂离子动力电池，正负极片通常均无须加工折叠线。当然，视实际需要也可以加工有折叠线。如果采用方形外壳，则由于正极 1 3 较脆较硬，第一个折弯处挠曲度很大，较易发生脱粉甚至折断。为了防止正极 1 3 脱粉、折断，通常应当在正极片如图 4A、图 4B、图 4C、图 4D 所示的第一个折弯处加工折叠线 2 0；也可以在第二个折弯处同时加工折叠线 2 0 - 1，折叠线 2 0 与折叠线 2 0 - 1 的中心间距应满足方形卷针的宽度。无论折叠线 2 0 抑或折叠线 2 0 - 1 的宽度，均应大于方形卷针的厚度。

采用圆柱形外壳的锂离子动力电池，其卷绕后的内本体 7 为圆柱形，纵剖面为矩形。其内本体的直径与其高度比（高宽比），较为理想的高宽比为 1:2，即直径（高）为 1，宽为 2。

采用方形外壳的锂离子动力电池，其卷绕后的内本体 7 呈矩形，较为理想的长宽比为 6.2:3.8 或 6:4。

隔膜的基本作用乃将正、负极隔离，防止电池短路，吸附并保持电解液。隔膜除必须具有良好的绝缘性能、稳定的化学及电化学性能而外，须有一定的机械强度，亦须有较高的电导率，故采用多孔性的聚烯烃类材料最为合适。鉴于锂离子动力电池须大功率充放电的特点，要求有更高的安全性能。

本发明涉及的锂离子动力电池主要采用具有微孔结构且电流切断温度低的 $15\sim80\mu\text{m}$ 厚度的聚乙烯隔膜。隔膜的选用原则是越薄越好，但当正极或负极极片的面积小于或等于 $1000\text{mm}\times500\text{mm}$ 而又大于或等于 $100\text{mm}\times50\text{mm}$ 、充放电要求 $1\text{C}\sim2\text{C}$ 时，排除其他影响因素，隔膜的最佳厚度为 $25\mu\text{m}\sim40\mu\text{m}$ ；充放电要求 3C 或更大时，排除其他影响因素，隔膜的最佳厚度为 $40\mu\text{m}$ 或以上。当电池内部温度高于限定值时（无论是否因短路引起），具有这种特点的隔膜即自行熔闭微孔，阻断锂离子的通道，电池不再发生反应。锂离子动力电池选用的隔膜也可采用聚丙烯材料制成的隔膜。

锂离子动力电池的隔膜也可采用直接将含有合理量的造孔剂的聚烯烃类材料的浆料均匀涂覆在已经滚压后的正极片表面（也可用沉浸法，将已经滚压好的正极片沉浸在上述浆料中），再将正极片放入特定溶剂中萃取造孔剂而形成与正极片一体的符合要求的隔膜。

隔膜 19 通常制成长条状，隔膜的面积无论长或宽均大于正负极片，除极耳外，隔膜 19 必须将正极片 13 或负极片 12 四周完全遮蔽住，不可露出边缘，以防短路。

锂离子动力电池极柱的材质为导电、导热性能优良的金属材料，除应有一定强度外，还须有良好的散热性能。极柱可以为圆柱形外，亦可采用片状，以便利锂离子动力更快地散热。

在不同的需要情况下，极柱可安装于锂离子动力电池的任何侧表面；因应不同的需要，正负极柱也可安装于锂离子动力电池的不同的侧表面上。

通常情况下，锂离子动力电池一个正极柱、一个负极柱已可满足需要。为了因应大功率充放电的需要，较大容量的锂离子动力电池的极柱，可以安装更多的极柱满足，例如同时安装两个正极极柱，两个负极极柱。当需要安装若干个极柱时，正

负极柱的数量可以相等，也可以不等。在需要快速大功率充放电的情况下，正负极柱的数量应当相等；在需要快速大功率充电而无需大功率放电的情况下，负极极柱的数量可以与正极极柱的数量相等或大于正极极柱的数量；在需要大功率放电而无需快速大功率充电的情况下，正极极柱的数量可以与负极极柱的数量相等或大于负极极柱的数量。

也可以调整极柱的直径来满足上述需要，例如在需要快速大功率充放电的情况下，正负极柱的直径应当相等；在需要快速大功率充电而无需大功率放电的情况下，负极极柱的直径可以与正极极柱的直径相等或大于正极极柱的直径；在需要大功率放电而无需快速大功率充电的情况下，正极极柱的直径可以与负极极柱的直径相等或大于负极极柱的直径。

锂离子动力电池采用多元电解液，可适应更宽的温度变化。多元电解液指的是两种以上的溶剂混合体与六氟磷酸锂混合。锂离子动力电池采用的是：

(1)、LIPF₆ (六氟磷酸锂) / EC (乙稀碳酸酯)：DMC (二甲基碳酸酯)：DEC (二乙基碳酸酯)，溶剂比例为 0.95 ~ 1.05 : 0.95 ~ 1.05 : 0.95 ~ 1.05；或

(2)、LIPF₆ / EC: EMC (乙基甲基碳酸酯) : DEC，溶剂比例为 0.95 ~ 1.05 : 0.95 ~ 1.05 : 0.95 ~ 1.05；或

(3)、LIPF₆ / EC: DMC: EMC，溶剂比例为 0.95 ~ 1.05 : 0.95 ~ 1.05 : 0.95 ~ 1.05；或

(4)、LIPF₆ / EC: DMC: EMC: DEC，溶剂比例为 0.95 ~ 1.05 : 0.95 ~ 1.05 : 0.95 ~ 1.05 : 0.95 ~ 1.05。

本发明涉及的锂离子动力电池外壳是锂离子动力电池的一部分，也称为电芯壳。在较小的电池中，电芯壳也是正、负极中的一极，在此情况下，电芯壳也称为电极壳。除非设计上的必需，大功率锂离子动力电池的电芯壳应尽量避免成为电极壳。通常情况下，大功率锂离子动力电池的电芯壳不能成为电

极壳，外壳须与极柱绝缘。但在特殊情况下，外壳也可成为电极壳。

卷绕式锂离子动力电池的电芯壳可以是方形（包括长方形）的也可以是圆柱形的。圆柱形外壳由上下各一个平面以及一个圆柱形曲面组成，方形外壳则由六个平面组成。电芯壳与盖板是相辅相成的，电芯壳是方形的，盖板自当为方形，电芯壳是圆柱形的，盖板自当为圆形。

锂离子动力电池电芯壳的气密性要求较高，且要有较高的强度，通常为有一定刚性的金属壳，例如不锈钢电芯壳。本发明的锂离子动力电池的电芯壳既可以是金属壳，也可以聚四氟乙烯或聚丙烯或其他合适的塑料制造，粘接成型，也可以注塑成型，安全性能更优于金属电芯壳。

锂离子动力电池的外壳除了可以采用刚性包装外（例如不锈钢外壳），也可以采用软包装。

锂离子动力电池的外壳上方或侧面设计加工有便于串联、并联的接插端口，方便电池串联或并联为电池组。

锂离子动力电池在工作状态下产生的热量如果不能及时散发，对电池的安全、循环寿命均有不良影响。尤其当众多电池并联排列时，产生的热量更大，散热问题更为明显，故可在方形外壳上加工有横向的或纵向的或纵横交错的导风槽，有利于尽快散热。

为了尽快散热，外壳上或其内部可以设计、加工有散热片（热桥）9-1。

锂离子动力电池的盖板须与电芯壳吻合，气密性要求较高。锂离子动力电池的盖板也可以聚四氟乙烯或聚丙烯或其他任何耐强酸且有一定强度的塑料制造，注塑成型。

锂离子动力电池的安全阀3至关重要，是为防止过充电、短路等其他意外事故所设置的安全装置，可在瞬间卸去超出设计的压力。安全阀底部的卸压孔也是锂离子动力电池的注液口。

涉及本发明的安全阀有两种，一种以弹簧（压簧式）作复位机构，如图 5-1、5-2、5-3、5-4、5-5 所示；另一种以反弓

弹片（压片式）作复位机构，如图 6-6、6-2、6-3、6-4、6-5、6-6 所示。分述如下：

压簧式安全阀的结构如图 5-1、5-2。压簧（弹簧）25 装于调节螺栓 23 的内孔中，调节螺栓的内孔实际上是压簧、密封钢球 22 的保持架，压簧可在调节螺栓的内孔中纵向上下滑移而不能横向摆动，密封钢球也可在调节螺栓的内孔中纵向上下滑移而不能横向摆动。调节螺栓的外径上加工有与安全阀本体 21 相配的螺纹，故调节螺栓装在安全阀本体上，可以通过钥匙孔 27 随意调节高低，钥匙孔兼有排气的作用。当旋转调节螺栓施加压力予压簧，密封钢球即被压簧固定。调节螺栓加工有若干竖向的排气槽 24，通过排气槽可以拧动调节螺栓使之旋转，在排气槽的下部则开有排气孔 28。最下层是氟橡胶圈 26 或其他耐腐蚀的胶圈垫，压在或贴在锂离子电池盖板 1 上的注液孔上，密封钢球则陷压在氟橡胶圈 26 或其他耐腐蚀的胶圈垫上。安全阀底部的卸压孔与盖板 1 上的注液孔相通，故卸压孔在注液时即为注液孔。

氟橡胶圈或其他耐腐蚀的胶圈垫除须有一定弹性，以便密封钢球压紧氟橡胶圈或其他耐腐蚀的胶圈垫时，氟橡胶圈或其他耐腐蚀的胶圈垫产生一定变形而可密封住注液孔。压簧以其底部内圈刚好扣压在密封钢球上部，密封钢球的下部则陷压在电池盖板上的氟橡胶圈 26 或其他耐腐蚀的胶圈垫上，约束密封钢球不会滑开。当锂离子动力电池内部的压力小于设定值时，密封钢球因压簧的压力自动将注液口封闭，保持电池内部与外部环境隔离，而当电池内部的压力大于设定值时，会自动顶开密封钢球卸压，气体会在瞬间从卸压孔 29 排出，沿排气孔 28 顺着排气槽 24 逸出。当内压卸去后，压簧的压力足以再次压紧密封钢球，从而将卸压孔密封住。

压片式安全阀的结构如图 6-1、6-2 所示。反弓弹片 30 装于调节螺栓 23 的下部，调节螺栓加工有与安全阀本体 21 相配的螺纹，故调节螺栓装在安全阀本体上，底部紧压在反弓弹片上，可以通过拧动钥匙孔 8 调节螺栓的高低，调整反弓弹片的张力。安全阀本体内加工有一长方形的排气槽 31，反弓弹片装在长方槽内除可上下弹动外，不可水平旋转。安全阀本体的

下部内径较小，形成保持架，密封钢球 22 在保持架内可以纵向上下滑移。反弓弹片上加工有工艺装配孔 33，正好扣压在钢球的上部固定密封钢球。密封钢球的下部孔则陷压在盖板注液口上的氟橡胶圈或其他耐腐蚀的胶圈垫上，既固定住了密封钢球，也密封住了电池。

氟橡胶圈或其他耐腐蚀的胶圈垫除须有一定弹性，以便密封钢球压紧氟橡胶圈或其他耐腐蚀的胶圈垫时，氟橡胶圈或其他耐腐蚀的胶圈垫产生一定变形而可密封住注液孔。压簧以其底部内圈刚好扣压在密封钢球上部，密封钢球的下部则陷压在电池盖板上的氟橡胶圈 26 上，约束密封钢球不会滑开。当锂离子动力电池内部的压力小于设定值时，密封钢球因压簧的压力自动将注液口封闭，保持电池内部与外部环境隔离，而当电池内部的压力大于设定值时，会自动顶开密封钢球卸压，气体瞬间会从卸压孔 29 排出，沿排气槽 31 从排气孔 32 以及钥匙孔 27 逸出。当内压卸去后，反弓弹片的压力足以再次压紧密封钢球，从而将卸压孔密封住。

氟橡胶圈 26 可以其他任何合适的胶圈代替。

反弓弹片可以设计、加工成平板形或如图 6 - 1 的半月形反弓弹片。平板形反弓弹片的工作原理同半月形反弓弹片相同。

压片式安全阀的压力还可以通过如图 6-2 所示的螺钉 3 4 微调反弓弹片的张紧状态。

为了更为迅速地排气，安全阀也可以设计为在本体上另行加工有若干排气小孔 3 5。

氟橡胶圈 26 上的卸压孔 29 与盖板 1 上的注液孔为相通孔，亦与安全阀底部的卸压孔相通，故不另行标出。

无论压簧式安全阀抑或压片式安全阀，密封钢球 22 均可设计、加工为带有水平横槽的球体 22 - 1，氟橡胶圈 26 - 1 则箍紧在密封钢球 22 - 1 上的水平横槽中。压簧或反弓弹片压下密封钢球 22 - 1 时，氟橡胶圈 26 - 1 则密封住注液孔。为了防止密封钢球 22 - 1 摆动，也可在其上加工一固定小柄 3 5，压簧或反弓弹片套在固定小柄上。当内压小于允许值时，压簧或反弓弹片则压住密封钢球 22 - 1，氟橡胶圈 2

6 - 1 紧密封住注液孔。当内压大于允许值，顶起密封钢球 2 - 1 时，氟橡胶圈 26 - 1 则与其同时向上抬起，迅速卸去内压。

密封钢球 22 也可设计、加工为密封锥台 22 - 2。与钢球 22 或 22 - 1 相比，密封锥台的下部伸入注液孔，因而复位更可靠。密封锥台上也可加工有固定小柄 36，压簧或反弓弹片套在固定小柄上。当内压小于允许值时，压簧或反弓弹片则压住密封锥台 22 - 2，氟橡胶圈 26 在密封锥台的压力产生形变从而紧密封住注液孔。当内压大于允许值，顶起密封锥台 22 - 2 时，迅速卸去内压。密封锥台也可设计、加工为 22 - 3，其上有一水平横槽，氟橡胶圈 26 - 1 则箍紧在密封锥台 22 - 3 上的水平横槽中。压簧或反弓弹片压下密封锥台 22 - 3 时，氟橡胶圈 26 - 1 则密封住注液孔。当内压大于允许值，顶起密封锥台 22 - 3 时，氟橡胶圈 26 - 1 则与其同时向上抬起，迅速卸去内压。

密封钢球 22 或 22 - 1 或密封锥台 22 - 2、22 - 3 上的固定小柄 36 也可设计为空心套筒，将压簧装入导向性能更好的空心套筒中。

通常情况下，安全阀与极柱应安装在锂离子动力电池外壳的同一个侧表面上，惟根据需要，也可以安装在不同的侧表面。

因应不同的需要，安全阀、极柱可安装于锂离子动力电池的任何侧表面。

为了安全，较大容量的锂离子动力电池，可以在同一个侧表面或不同的侧表面安装若干个安全阀。

活性物质（浆料）的配比及其配制方法

在锂离子电池的生产工艺中，配制（配料）工序与涂布工序极为关键，对锂离子动力电池的电性能影响最大。

浆料的配制。配制浆料的介质有以 NMP (N - 甲基 - 2 - 吡咯烷酮) 为介质或以水 (去离子水、蒸馏水、纯净水) 为介质；配制的方法则有湿法和干法。本发明的说明书依照介质区分，则先说明 NMP 介质，后说明水介质；依照配制方法区

分，则先说明湿法（湿法亦有二：循序配制法、混合配制法），后说明干法（正极）。兹分述如下：

正极。以NMP为介质。所需材料：PVDF（聚偏二氟乙烯）2.5%~3.5%、钴酸锂93%~95%、导电剂石墨1%~2%（或乙炔黑0.5%~1%）、碳黑2%~3%。NMP的用量受前述物质特别是受钴酸锂粒径大小、粒度分布的制约，故约为所有前述物质总量的30%~100%即固液比=1（活性物质固含量）：0.3~1（NMP）；通常情况下，最佳的固液比=1:0.35~0.7。PVDF、石墨（或乙炔黑）、碳黑均需在约120℃烘箱内烘烤约2~3小时。

循序配制法。将PVDF加入NMP搅拌约3~4小时后，加入导电剂石墨（或乙炔黑）、碳黑搅拌约0.5~1小时，最后加入钴酸锂搅拌约2.5~4小时成粘稠的浆状。

混合配制法。将PVDF加入NMP搅拌约3~4小时，加入导电剂石墨（或乙炔黑）、碳黑、钴酸锂搅拌约2.5~4小时成粘稠的浆状。

正极。以水为介质。所需材料：CMC（羧甲基纤维素钠）0.6%~0.9%、SBR（丁苯胶乳乳液）实际固含量2%~4%、导电剂石墨1%~2%或乙炔黑0.5%~1%、碳黑1.5%~3%、钴酸锂93%~95%。水（去离子水、蒸馏水、纯净水）的用量受前述物质特别是钴酸锂的粒径的大小、粒度的分布制约，故约为所有前述物质总量的40%~130%即固液比=1:0.4~1.3；通常情况下，最佳的固液比=1:0.6~1。SBR可以用PTFE（聚四氟乙烯）代替。

循序配制法。将CMC加入水中搅拌约3~4小时后将SBR加入其中搅拌约0.5~1小时，再将导电剂石墨（或乙炔黑）、碳黑加入搅拌约0.5~1小时，最后加入钴酸锂搅拌约2.5~4小时成较为粘稠的浆状，筛去团聚物和其他杂质。

混合配制法。首先将CMC加入水中搅拌3~4小时，然后将SBR加入其中搅拌约0.5~1小时，再将导电剂石墨

(或乙炔黑)、碳黑、钴酸锂加入搅拌约2.5~4小时成为较为粘稠的浆状，最后筛去团聚物和其他杂质。

鉴于锂离子动力电池需满足其高倍率充放电特性，故正极的配制须略加大导电剂。

负极。以NMP为介质。所需材料：石墨9.3%~9.5%、PVDF 5%~7%、NMP约为所有前述物质总量的80%~150%即固液比=1:0.8~1.5；最佳的固液比=1:1~1.3。PVDF需在温度约120℃的烘箱内烘烤2~3小时，石墨则需在300℃~500℃温度烘烤4~8小时。

循序配制法。将PVDF加入NMP搅拌约3~4小时，再将经325目筛网振动筛选备用的石墨加入搅拌约3~4小时成粘稠的浆状。

负极。以水为介质。所需材料：石墨9.3%~9.5%、CMC 0.9%~1.5%、SBR固含量2%~4%、水(去离子水、蒸馏水、纯净水)约为所有前述物质总量的80%~160%即固液比=1:0.8~1.6；通常情况下，最佳的固液比=1:1~1.3。CMC需在120℃温度下烘烤2~3小时，石墨则需在300℃~500℃温度烘烤4~8小时。SBR可以用PTFE代替。

循序配制法。将CMC加入水中搅拌约3~4小时后将SBR加入其中搅拌约0.5~1小时，最后将烘烤后并经300目筛选备用的石墨加入搅拌约3~4小时成粘稠的浆状。

干法配制。以NMP为介质的正极的干法配制。所需材料：所需材料：PVDF 2.5%~3.5%、钴酸锂9.3%~9.5%、导电剂石墨1.5%~2%(或乙炔黑0.8%~1.2%)、碳黑2%~3%。NMP的用量受前述物质特别是钴酸锂粒径大小、粒度分布的制约，故约为所有前述物质总量的30%~100%即固液比=1(固含量):0.3~1(NMP)，通常情况下，最佳的固液比=1:0.35~0.7。PVDF、石墨(或乙炔黑)、碳黑均需在约120℃烘箱内烘烤2~3小时。

首先将钴酸锂、导电剂石墨（或乙炔黑）、碳黑放入混料机内搅拌3小时；同时将P V D F与N M P搅拌约2小时，待其完全溶解后（清浆），即将混料机搅拌后的混合粉料放入经过搅拌的P V D F与N M P的清浆内继续搅拌约3小时成粘稠的浆状。

以水为介质的正极的干法配制。所需材料：C M C 0 . 6 % ~ 0 . 9 % 、 S B R 实际固含量 2 % ~ 4 % 、 导电剂石墨 1 % ~ 2 % 或乙炔黑 0 . 5 % ~ 1 % 、 碳黑 1 . 5 % ~ 3 % 、 钴酸锂 9 3 % ~ 9 5 % 。水（去离子水、蒸馏水、纯净水）的用量受前述物质特别是钴酸锂的粒径的大小、粒度的分布制约，故约为所有前述物质总量的 4 0 % ~ 1 3 0 % 即固液比 = 1 : 0 . 4 ~ 1 . 3 ；通常情况下，最佳的固液比 = 1 : 0 . 6 ~ 1 。S B R 可以用P T F E（聚四氟乙烯）代替。

首先将钴酸锂、导电剂石墨（或乙炔黑）、碳黑放入混料机内搅拌约3小时；同时将C M C与水搅拌约3小时，待其完全溶解后成为清浆，即将混料机搅拌后的混合粉料放入经过搅拌的C M C与水的清浆内继续搅拌约3小时成粘稠的浆状，最后筛去团聚物和其他杂质。

在正极的配制中，选用导电剂须注意，导电剂的粒径须等于或小于正极材料（钴酸锂、锰酸锂、镍钴酸锂）。

为了保证配制浆料的品质，在配制浆料过程中，无论是以水（去离子水、蒸馏水、纯净水）为介质抑或以N M P为介质，必须根据正极材料的粒径、粒度分布以及导电剂的用量精细计算，一次性加足介质，不可中途再添加；至于负极，也是如此，无论是以水（去离子水、蒸馏水、纯净水）为介质抑或以N M P为介质，必须根据负极材料以及添加剂的用量精细计算，一次性加足介质，不可中途再添加。否则，难以保证正极浆料或负极浆料的品质。

锂离子动力电池正极选用的活性物质材料除了钴酸锂外，还可以选用锰酸锂、镍酸锂或镍钴酸锂，配制方法与前述的选用钴酸锂配制的方法基本相同。

锂离子动力电池正极材料（钴酸锂、锰酸锂、镍酸锂或镍钴酸锂）的粒径可以在 2 μm ~ 1 2 μm 范围内选用，但最佳

的粒径应为 $5 \mu\text{m} \sim 8 \mu\text{m}$ ；正极材料的粒度分布亦须尽可能窄，以选用粒径 $5 \mu\text{m}$ 材料为例，过细（ $2 \mu\text{m}$ 以下）的或过粗（ $12 \mu\text{m}$ 以上）的粉体的总和通常不超过 40 %。

正极材料（钴酸锂、锰酸锂、镍酸锂或镍钴酸锂） $2 \mu\text{m}$ 以下的微细粉体、 $12 \mu\text{m}$ 以上的较粗粉体的配制方法与 $2 \mu\text{m} \sim 12 \mu\text{m}$ 范围内的配制方法除固液比不同外，其余相同。 $2 \mu\text{m}$ 以下的微细粉体的固液比应在原固液比基础上加大 20 % ~ 50 %， $12 \mu\text{m}$ 以上的较粗粉体的固液比则应在原固液比基础上减小 10 % ~ 30 %。

负极材料石墨经 300 目振动筛选，网上剩余的通常不宜使用。本发明中涉及的导电剂包括了石墨、乙炔黑、碳黑等；

上述物质的处理除石墨作为负极材料时需做高温处理外（ $300^\circ\text{C} \sim 500^\circ\text{C}$ ），其余作烘烤处理的材料，可以放置在真空箱内作抽真空处理，无需再作高温处理。

制造方法

锂离子动力电池的生产工艺流程为：配料 → 涂布 → 制片 → 滚压 → 卷绕并装配成内本体（包括装壳、封口）→ 注液 → 化成 → 分容。

下面分别描述各个过程。

配料过程已经在上面详细描述，在此就不再赘述。

涂布（亦称拉浆）。正极的涂布与负极的涂布并无区别，故不分别叙述：将搅拌好的正极（或负极）浆料均匀涂覆在金属箔集流体上，经辊刀匀速拉出进入烘箱烘烤，烘烤干后即成为半成品集流片。涂布中须注意不可有划痕，露基体，纵横方向上的偏轻偏重等现象。

在涂布工艺中，温度的控制非常重要：预热区段的温度不可太高，通常选择的温度为 90°C 或以下，中温区段的温度在 $110^\circ\text{C} \sim 130^\circ\text{C}$ 间， $\pm 10^\circ\text{C}$ 、高温区段的温度在 $120^\circ\text{C} \sim 140^\circ\text{C}$ 间， $\pm 10^\circ\text{C}$ 。在前述温度条件下，涂布烘烤时，负极浆料的温度可以较正极浆料的温度稍高约 $10 \sim 15^\circ\text{C}$ ，以水为介质的浆料的温度可以较 NMP 为介质的浆料的温度稍高约 $10 \sim 15^\circ\text{C}$ 。

配制好的浆料涂布于金属箔上后，无论正极抑或负极均须从预热区段进入涂布机（亦称拉浆机）的烘干巷道，绝对不可倒置。如果浆料（尤其是负极浆料）首先进入涂布机的高温区段骤然高温烘烤，表面很快烘干，极易形成一层干壳，稍一皱折，即形成龟裂细纹。而干壳下的浆料则呈糖稀状，与金属箔间形成了一层肉眼看不见的液态膜，浆料实际上只是虚附在金属箔的表面，因此极易脱粉，甚至脱片（即大片活性物质从金属箔上脱落），严重影响锂离子动力电池的电性能。现行的涂布工艺大多为单面涂布，然后再涂布另一面；但也可以双面同时涂布。适用本发明的正负极片可以在金属箔的两面涂布活性物质，也可以只在金属箔的单面涂布活性物质，装配时将同极（负极与负极、正极与正极）的极片背面（没有涂布活性物质的金属光面）相贴即可成为两面均有活性物质的集电体。在此情况下，单面涂布所选用的金属箔厚度须较前述的金属箔厚度要薄，约为前述金属箔厚度的 $1/2 \sim 1/3$ 间。

涂布工艺中的线速度控制也很重要。在上述温度条件下，线速度可以在每分钟 $800\text{mm} \sim 5000\text{mm}$ 的范围内调整。最佳的线速度为每分钟 $1200\text{mm} \sim 3500\text{mm}$ 。

涂布除可以传统的拉浆方式生产锂离子动力电池的极片外，还可以采用高压喷涂的方式。在干燥的保护气体的一定压力下，浆料从高速喷嘴中均匀喷在金属箔上，不但附着力更好，产能也明显提高。

制片。制作（焊接）极耳，如果直接裁切极耳，则无制作焊接极耳工序。裁切极片可以剪板机、分切机或其他设备完成。

滚压。滚压在锂离子动力电池生产工艺中的作用不可忽视。线压力过大，不但导致极片变形，还可能妨碍电解液的渗透，影响锂离子的嵌入脱出，最终势必影响锂离子动力电池的大功率充放电性能；线压力过小，则会影响活性物质对金属箔的附着力，影响电性能。较为适中的线压力正极约为 $100 \sim 180\text{kg / CM}$ ，负极约为 $80 \sim 160\text{kg / CM}$ 。

通常情况下，正极在滚压前的厚度约为 $170\mu\text{m} \sim 270\mu\text{m}$ ，滚压后的厚度约为 $110\mu\text{m} \sim 165\mu\text{m}$ ；负极滚压前的厚度约

为 $185 \mu m \sim 275 \mu m$, 滚压后 $110 \mu m \sim 165 \mu m$ 。正极滚压前的最佳厚度为 $195 \mu m \sim 235 \mu m$, 滚压后的最佳厚度为 $135 \mu m \sim 155 \mu m$; 负极滚压前的最佳厚度为 $220 \mu m \sim 250 \mu m$, 滚压后的最佳厚度为 $135 \mu m \sim 155 \mu m$ 。

卷绕。装配时, 须将一对正负极片组整齐叠放(中间衬以隔膜)以适当而且平均的张紧力卷绕在卷针上, 卷绕好以后用集电夹板分别夹住正负极的极耳。卷针有两种, 卷绕配用圆柱形外壳内本体7如图1A的卷针为一圆柱形小轴, 卷绕配用方形外壳内本体如图2A的卷针为有一定刚性及弹性的薄片。

也可以将多对正负极片组依照上述方式并联整齐叠放同时卷绕。卷绕时, 正负极耳的位置必须错开, 务令在卷绕成内本体7后, 正负极耳可以整齐地分列出如图1A、图2A所示的相对的正负两极。

卷绕时还须注意, 正极13上如果加工有折叠线, 应将负极12的前端对齐正极13的折叠线的中心线, 令其不能刺破隔膜19。

卷绕后完成装配状态的内本体, 排除隔膜19的厚度, 正极与负极的间隙距离, 不得大于 $25 \mu m$ (正极与负极的最大间隙 = 隔膜厚度 + $25 \mu m$)。

卷绕时须将正负极耳错开放置, 其正极13与负极12的首个极耳的间距须经合理计算, 使得卷绕好的内本体7上的正极极耳11恰巧整齐地排列并联于内本体的一侧端, 负极极耳10则恰巧整齐地排列并联于内本体的另一侧端。内本体7的最外层既可以为负极片, 也可以是正极片。

卷绕式锂离子动力电池外壳内的内本体7通常只有一个。为了加工上的需要, 可以将若干个内本体并联装入一个卷绕式锂离子动力电池的外壳9内, 组成较大容量的锂离子动力电池。

必须注意的是, 正极极柱4与正极片13相连接, 负极极柱2与负极片12相连接。

为了夹紧极耳, 无论整体式集电夹板抑或分体式集电夹板, 集电夹板与极耳接触的表面均加工有凸起的棘刺。通常而言, 集电夹板的覆盖面应大于大叶极耳。夹紧的方法也分为穿

孔夹和两边夹。整体式集电夹板系在一整体金属上切割若干可以被压缩而又能弹开的线槽，将极耳塞入集电夹板A或D的线槽中，以金属螺栓5紧固即可。分体式集电夹板B或C则以若干相互独立的金属片通过串联杆串联起来，分别夹住极耳并以金属螺栓5紧固。整体式集电夹板可以穿孔夹也可以两边夹，同样，分体式集电夹板也可以穿孔夹或者两边夹。从效率和效果而言，穿孔夹的效率和效果比两边夹的方式都要好一些。

为了防止极耳与极柱连接的螺栓松动，故需以固化胶将螺栓固定。

注液。注液前必须抽出锂离子动力电池内腔中的常态空气，除尽内腔中的水分，电池内腔须呈负压状态，然后将适量的电解液从安全阀口注入。锂离子动力电池的注液量须根据其容量计算，注液量过大不但容易漏液，且易引起鼓壳；注液量过小则易引起正、负极活性物质的恶化。锂离子动力电池的注液量通常在 $0.15\text{ Ah/g} \sim 0.6\text{ Ah/g}$ 的范围内调整；最佳的注液量在 $0.2\text{ Ah/g} \sim 0.35\text{ Ah/g}$ 之间。注液的环境控制非常重要，故须在操作箱中或其他能够达到要求的环境中完成注液。因安全阀的卸压孔与盖板上的注液孔相通，故注液通常从安全阀的卸压孔注入；也可以另行在外壳或盖板上加工注液孔。

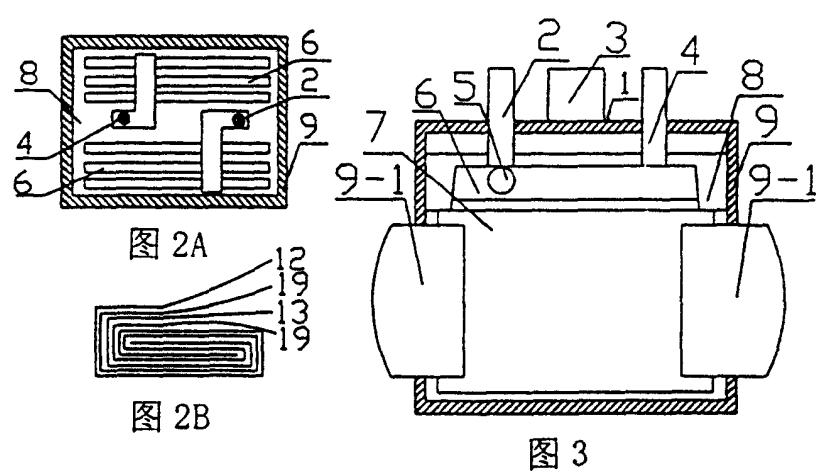
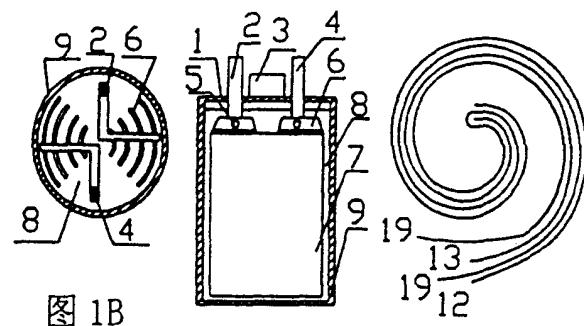
锂离子动力电池在装入内本体及注液以后，仍应保持一定的空腔，不可以为了缩小体积或节约外壳材料，刻意以固体物质或电解液充满锂离子动力电池的内腔。视锂离子动力电池的容量大小不同，空腔约为内腔总容积的 $1\% \sim 10\%$ ，空腔可以保护气体充填。

化成是电池生产的最后关键。大功率锂离子动力电池的化成原则必须是小电流、低电压，绝对不可以大电流，较高电压化成，才能充分激活正、负集流基体上的活性物质。化成工序必须一次性不间断地完成，中途不可随意中止或停止。化成曲线应光滑连接，电流应控制在 $0.01\text{ C / 10 小时} \rightarrow 0.02\text{ C / 5 小时} \rightarrow 0.05\text{ C / 5 小时} \rightarrow 0.1\text{ C / 4 小时} \rightarrow$

0 . 2 C / 1 小时，恒流充满后转为恒压继续充，务求一次性充足。

分容。将电性能各项指标均符合工艺要求的电池与各项电性能指标未达工艺要求的电池分别置放入库。

以此方法制造的锂离子动力电池，不仅可以满足大功率充放电的要求，而且可以避免动力电池内部热量聚集的问题。



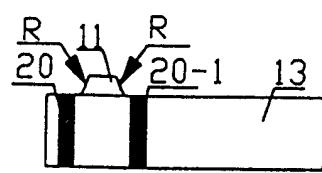


图 4A

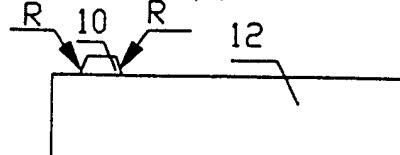


图 4A-1

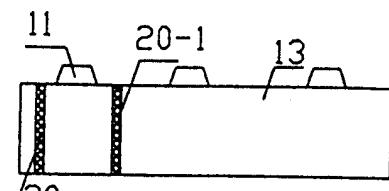


图 4B

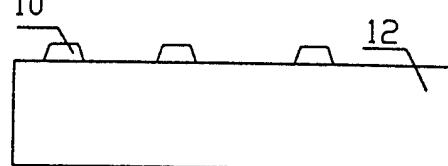


图 4B-1

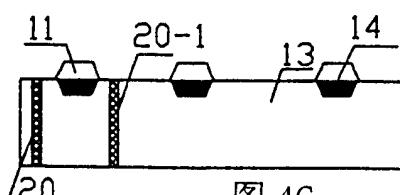


图 4C

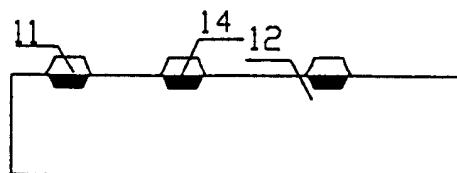


图 4C-1

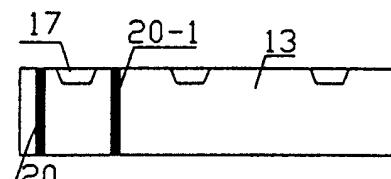


图 4D

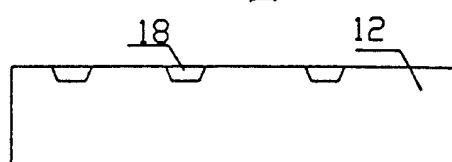


图 4D-1

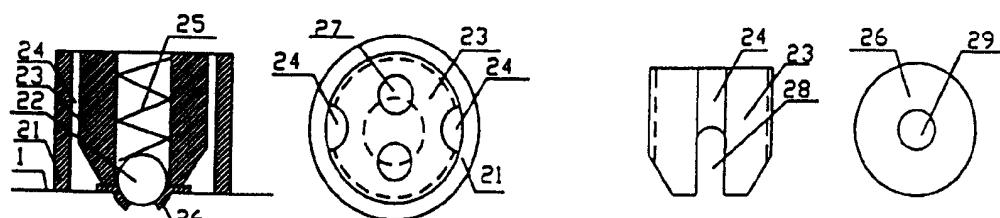


图 5-1

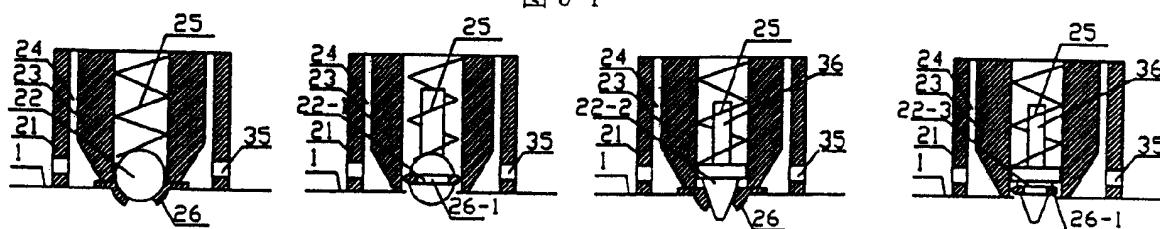


图 5-2

图 5-3

图 5-4

图 5-5

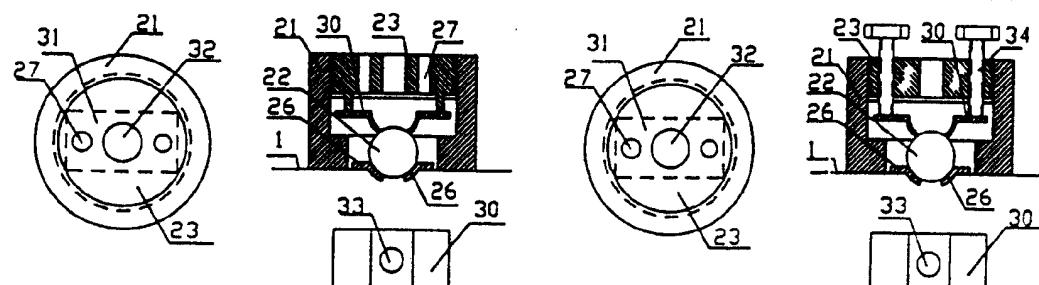


图 6-1

图 6-2

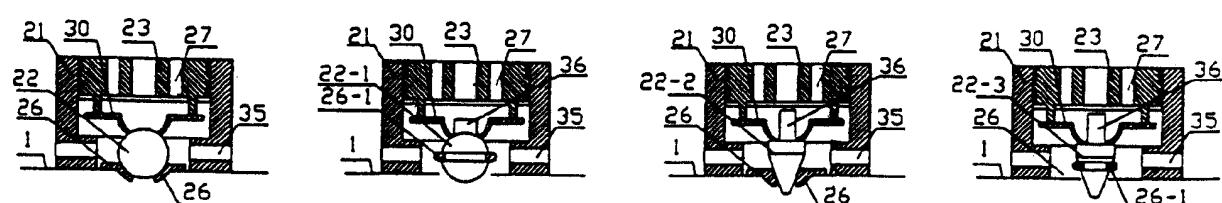


图 6-3

图 6-4

图 6-5

图 6-6