

(21)申請案號：099145569

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 12 月 23 日

(51)Int. Cl. : **H01M4/13 (2010.01)**

(71)申請人：財團法人工業技術研究院 (中華民國) INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE (TW)

新竹縣竹東鎮中興路 4 段 195 號

(72)發明人：吳平耀 WU, PING YAO (TW)；朱文彬 CHU, WEN BING (TW)；楊長榮 YANG, CHANG RUNG (TW)；李仁傑 LEE, JEN JEH (TW)；潘金平 PAN, JING PIN (TW)；許榮木 HSU, JUNG MU (TW)；溫恕恒 WEN, SHU HENG (TW)；吳弘俊 WU, HUNG CHUN (TW)；張中良 CHANG, CHUNG LIANG (TW)

(74)代理人：詹銘文；葉璟宗

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：27 項 圖式數：4 共 29 頁

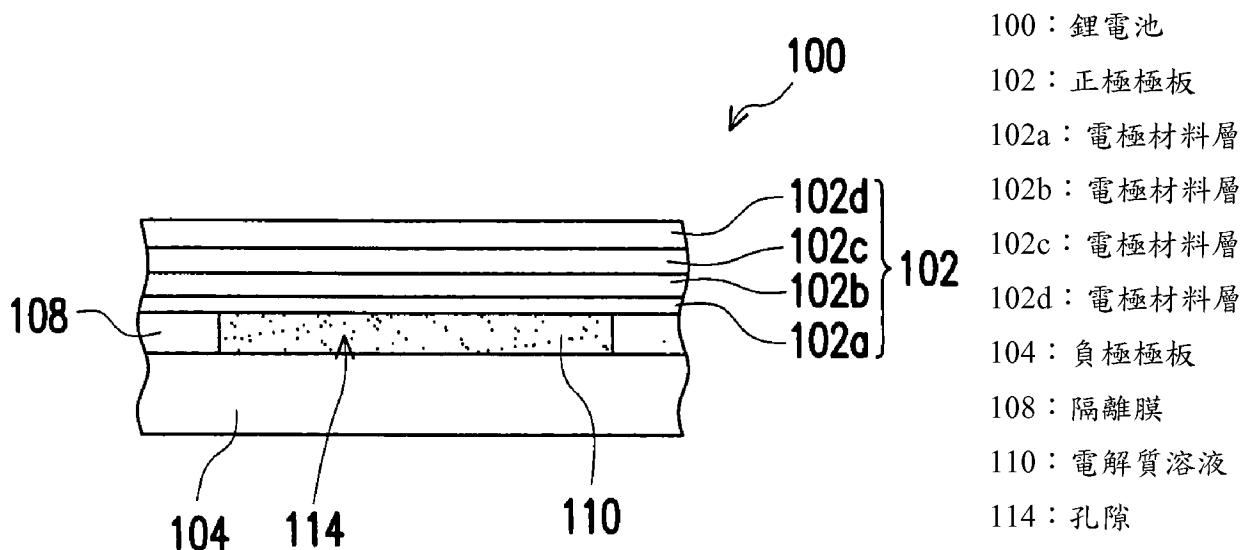
(54)名稱

鋰電池與極板結構

LITHIUM BATTERY AND ANODE PLATE STRUCTURE

(57)摘要

一種鋰電池，包括：一第一極板、一第二極板與一隔離膜。第一極板由複數層電極材料層互相堆疊而成，其中至少該些電極材料層其中之一包含一熱作動材料。隔離膜位於該第一極板與該第二極板之間。



六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明是有關於一種電池，且特別是有關於一種鋰電池。

【先前技術】

由於一次電池不符環保需求，因此近年來可充電的二次電池系統逐漸受到重視。隨著可攜式電子產品之快速發展和普遍化，這種可重複充電放電的鋰電池因兼具重量輕、高電壓值與高能量密度等特點，使得其市場需求量與日遽增。鋰電池與鎳氫、鎳鋅、鎳鎘電池相比，具有工作電壓高、能量密度大、重量輕、壽命長及環保性佳等優點，也是未來應用在可撓式電池的最佳選擇。

鋰電池在電腦(Computer，即資訊產品)、通訊(Communication)及消費性電子(Consumer electronics)等3C產品上的運用已漸為普及，對鋰電池性能的要求也越來越高，諸如輕質耐用、高電壓、高能量密度與高安全性等，尤其在輕型電動車、電動車、大型儲電產業上的應用及拓展潛力極高。不過，由於鋰電池系統使用的耐高電壓有機溶劑(此有機溶劑大都為酯類有機分子)具可燃性，且高電容量正/負極活性物質在溫度上升時，會分解放出大量熱量，使得鋰電池在不當使用時所產生的熱，可能會引燃有機溶劑，有較高的危險性，甚至起火爆炸。此外，鋰離子電池在充放電過程中，由於正極材料結構的崩解或產生

相變化，都會使正極材料結構中的氧脫出，而這些脫出的氧會與電解液起反應作用，使電池內部溫度瞬間升高，造成鋰電池的安全問題。

【發明內容】

本發明提供一種鋰電池，可在鋰電池溫度升高時，降低導電度。

本發明提供一種正極極板結構，可提高鋰電池的使用安全性。

本發明提出一種鋰電池，包括：一第一極板、一第二極板、一隔離膜與一電解質溶液。第一極板由複數層第一電極材料層互相堆疊而成，其中至少該些第一電極材料層其中之一包含一熱作動材料。隔離膜位於該第一極板與該第二極板之間。

在本發明之一實施例中，上述之鋰電池，其中每一該些第一電極材料層所含的該熱作動材料的含量彼此不同。

在本發明之一實施例中，上述之鋰電池，其中隨著每一該些第一電極材料層越靠近該第二極板而該些第一電極材料層含該熱作動材料的含量越高。

在本發明之一實施例中，上述之鋰電池，其中每一該些第一電極材料層含該熱作動材料的含量介於0.1~10wt%。

在本發明之一實施例中，上述之鋰電池，其中每一該些第一電極材料層含該熱作動材料的含量介於

1.0~2.5wt%。

在本發明之一實施例中，上述之鋰電池，其中該熱作動材料包含一含氮高分子。

在本發明之一實施例中，上述之鋰電池，其中該含氮高分子係由雙馬來醯亞胺(bismaleimide)單體與巴比土酸(barbituric acid)反應所形成。

在本發明之一實施例中，上述之鋰電池，其中該含氮高分子是由胺(amines)、醯胺(amides)、醯亞胺(imides)、馬來醯亞胺(maleimides)分子與亞胺(imines)所組成的群組其中之一與二酮化合物(diones)反應而成。

在本發明之一實施例中，上述之鋰電池，其中該二酮化合物包括巴比土酸(barbituric acid)、巴比土酸衍生物、乙醯丙酮(acetylactone)或乙醯丙酮衍生物。

在本發明之一實施例中，上述之鋰電池，其中當該第一極板為一正極極板時，每一該些第一電極材料層分別包含選自 LiCoO_2 、 LiMn_2O_4 、 $\text{LiMn}_x\text{Co}_y\text{Ni}_z\text{O}_2$ ($0 < x, y, z < 1$)、 $\text{LiNi}_x\text{Co}_y\text{Al}_z\text{O}_2$ ($0 < x, y, z < 1$)、 LiFePO_4 所組成的群組其中之一的一導電材料。

在本發明之一實施例中，上述之鋰電池，其中每一該些第一電極材料層所含的該熱作動材料的含量彼此相同時，每一該些第一電極材料層中的該導電材料的成分不同。

在本發明之一實施例中，上述之鋰電池，其中該第一極板由接近該第二極板的一頂部第一電極材料層與遠離該第二極板的一底部第一電極材料層的兩層第一電極材料層

所組成時，該頂部第一電極材料層與該底部第一電極材料層的厚度比介於 10/90~90/10 之間。

在本發明之一實施例中，上述之鋰電池，其中該第一極板為正極極板時，該第二極板為負極極板，而該第一極板為負極極板時，該第二極板為正極極板。

在本發明之一實施例中，上述之鋰電池，其中該第二極板由複數層第二電極材料層互相堆疊而成，且至少該些第二電極材料層其中之一包含一熱作動材料。

本發明又提出一種極板結構，包括：複數層電極材料層，該些電極材料層互相堆疊，其中堆疊的該些電極材料層的至少其中之一包含一熱作動材料。

在本發明之一實施例中，上述之極板結構，其中包含該熱作動材料的該些電極材料層至少其中之一是堆疊的該些電極材料層的一頂部電極材料層。

在本發明之一實施例中，上述之極板結構，其中每一該些電極材料層所含的該熱作動材料的含量彼此不同。

在本發明之一實施例中，上述之極板結構，其中隨著每一該些電極材料層越靠近該負極極板而該些電極材料層含該熱作動材料的含量越高。

在本發明之一實施例中，上述之極板結構，其中每一該些電極材料層含該熱作動材料的含量介於 0.1~10wt%。

在本發明之一實施例中，上述之極板結構，其中每一該些電極材料層含該熱作動材料的含量介於 1.0~2.5wt%。

在本發明之一實施例中，上述之極板結構，其中該些

電極材料層為一底部電極材料層與堆疊於該底部電極材料層上的該頂部電極材料層時，該頂部電極材料層與該底部電極材料層的厚度比介於 10/90~90/10 之間。

在本發明之一實施例中，上述之極板結構，其中該熱作動材料包含一含氮高分子。

在本發明之一實施例中，上述之極板結構，其中該含氮高分子係由雙馬來醯亞胺(bismaleimide)單體與巴比土酸(barbituric acid)反應所形成。

在本發明之一實施例中，上述之極板結構，其中該含氮高分子是由胺(amines)、醯胺(amides)、醯亞胺(imides)、馬來醯亞胺(maleimides)分子與亞胺(imines)所組成的群組其中之一與二酮化合物(diones)反應而成。

在本發明之一實施例中，上述之極板結構，其中該二酮化合物包括巴比土酸(barbituric acid)、巴比土酸衍生物、乙醯丙酮(acetylactone)或乙醯丙酮衍生物。

在本發明之一實施例中，上述之極板結構，其中當堆疊的該些電極材料層是做為一正極極板時，每一該些電極材料層分別包含選自 LiCoO_2 、 LiMn_2O_4 、 $\text{LiMn}_x\text{Co}_y\text{Ni}_z\text{O}_2$ ($0 < x, y, z < 1$)、 $\text{LiNi}_x\text{Co}_y\text{Al}_z\text{O}_2$ ($0 < x, y, z < 1$)、 LiFePO_4 所組成的群組其中之一的一導電材料。

在本發明之一實施例中，上述之極板結構，其中每一該些電極材料層所含的該熱作動材料的含量彼此相同時，每一該些電極材料層中的該導電材料的成分不同。

本發明中，在鋰電池的電極極板是由數個電極材料層

所組成，且電極材料層中至少其中之一摻雜有在鋰電池溫度升高時，會啟動熱作動的熱作動材料。當鋰電池溫度升高時，熱作動材料產生交聯反應形成高分子，進而阻礙鋰離子的擴散移動，不但使導電度降低，更可讓鋰電池正極極板材料與電解液間的放熱反應降低，進而使電池安全性大幅提升。

為讓本發明之上述特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉實施例，並配合所附圖式作詳細說明如下。

【實施方式】

圖 1 繪示依照本發明一實施例的一種鋰電池的局部剖面示意圖。請參照圖 1，本實施例的鋰電池 100，包括：數個第一極板 102、數個第二極板 104、數層隔離膜 108 與一電解質溶液 110。第一極板 102 與第二極板 104 一對一且連續的相互堆疊，且第一極板 102 與第二極板 104 之間配置一隔離膜 108。每一隔離膜 108 例如是一多孔結構，其開孔率(Porosity)約介於 40~55%之間，孔隙均勻分布在整片隔離膜中。而第一極板 102、隔離膜 108 與第二極板 104 的相互堆疊結構則是浸泡於電解溶液 110 中。也就是電解溶液 110 是充斥於整個電池體內。

第一極板 102 與第二極板 104 互相面對擺放。隔離膜 108 位於第一極板 102 與第二極板 104 之間。值得注意的是，第一極板 102、第二極板 104 與隔離膜 108 均浸泡於該電解質溶液 110 中。換句話說，電解質溶液 110 充斥於

正極極板 102、負極極板 104 與隔離膜 108 之間，也就是隔離膜 108 的孔隙 114 中。此外，第一極板 102 是正極極板時，則第二極板 104 是負極極板。相對的，當第一極板 102 是負極極板時，第二極板 104 是正極極板。

圖 1A 繪示依照本發明圖 1 的鋰電池的剖面局部放大示意圖。請參照圖 1A，於本實施例的鋰電池 100 的第一極板 102 為正極極板而第二極板 104 為負極極板。負極極板 104 之材質包括碳化物及鋰合金。碳化物可為碳粉體、石墨、碳纖維、奈米碳管、或上述之混合物。在本發明一實施例中，碳化物為碳粉體，粒徑約介於 1 微米至 30 微米之間。另外，於另一實施例中，負極極板 104 之材質包括金屬材質，例如 Al、Zn、Bi、Cd、Sb、Si、Pb、Sn、 Li_3FeN_2 、 $\text{Li}_{2.6}\text{Co}_{0.4}\text{N}$ 、 $\text{Li}_{2.6}\text{Cu}_{0.4}\text{N}$ 或上述之組合。再者，其他實施例中，負極極板 104 包含金屬氧化物，例如 SnO 、 SnO_2 、 GeO 、 GeO_2 、 In_2O 、 In_2O_3 、 PbO 、 PbO_2 、 Pb_2O_3 、 Pb_3O_4 、 Ag_2O 、 AgO 、 Ag_2O_3 、 Sb_2O_3 、 Sb_2O_4 、 Sb_2O_5 、 SiO 、 ZnO 、 CoO 、 NiO 、 FeO 、 TiO_2 、 $\text{Li}_3\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ 或上述之組合。

此外，隔離膜 108 包括絕緣材料，例如聚乙烯(PE)、聚丙烯(polypropylene, PP)或上述材料的多層複合結構如 PE/PP/PE。電解質溶液 110 之主要成份為有機溶劑、鋰鹽、以及添加劑。有機溶劑可為，丁基內酯(γ -butyrolactone, GBL)、碳酸乙烯酯(ethylene carbonate, EC)、碳酸丙烯(propylene carbonate, PC)、碳酸二乙酯(diethyl carbonate, DEC)、乙酸丙酯(propyl acetate, PA)、碳酸二甲酯(dimethyl

carbonate, DMC)、碳酸甲乙酯(ethylmethyl carbonate, EMC)或上述之組合。鋰鹽可為 LiPF_6 、 LiBF_4 、 LiAsF_6 、 LiSbF_6 、 LiClO_4 、 LiAlCl_4 、 LiGaCl_4 、 LiNO_3 、 $\text{LiC}(\text{SO}_2\text{CF}_3)_3$ 、 $\text{LiN}(\text{SO}_2\text{CF}_3)_2$ 、 LiSCN 、 $\text{LiO}_3\text{SCF}_2\text{CF}_3$ 、 $\text{LiC}_6\text{F}_5\text{SO}_3$ 、 LiO_2CCF_3 、 LiSO_3F 、 $\text{LiB}(\text{C}_6\text{H}_5)_4$ 、 LiCF_3SO_3 、 $\text{LiB}(\text{C}_2\text{O}_4)_2$ 或上述之組合。

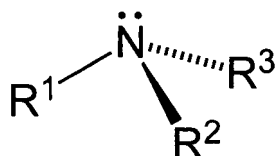
正極極板 102 由複數層電極材料層(例如電極材料層 102a、102b、102c 與 102d)互相堆疊而成。且具有多層電極材料層堆疊而成的正極極板 102 例如是以狹縫式塗佈(slot die coating)、斜板式塗佈法(slide coating)、淋幕式印刷(curtain coating)達到多層電極材料層塗佈的正極極板。此外，每一電極材料層是由一導電材料所組成，且至少電極材料層其中之一包含一熱作動材料。於本發明的一實施例中，將相互堆疊的電極材料層(包含 102a、102b、102c 與 102d)中，與電解質溶液 110 直接接觸的電極材料層 102a 視為相互堆疊的電極材料層的一頂部電極材料層 102a，而此頂部電極材料層 102a 包含一熱作動材料。於再一實施例中，除上述頂部電極材料層 102a 包含熱作動材料外，頂部電極材料層 102a 下的其餘堆疊的電極材料層至少其中之一包含熱作動材料。於又一實施例中，除上述頂部電極材料層 102a 包含熱作動材料外，頂部電極材料層 102a 下的其餘堆疊的每一電極材料層均包含熱作動材料。

上述導電材料例如是含鋰、含鈷或是含鋰與鈷的金屬複合氧化物。舉例而言，導電材料例如是 LiCoO_2 、

LiMn_2O_4 、 $\text{LiMn}_x\text{Co}_y\text{Ni}_z\text{O}_2$ ($0 < x, y, z < 1$)、 $\text{LiNi}_x\text{Co}_y\text{Al}_z\text{O}_2$ ($0 < x, y, z < 1$)、 LiFePO_4 或是前述材料所組成的混合物。

此外，上述熱作動材料包括一含氮高分子。值得注意的是，此含氮高分子包括數量平均分子量 1500 以上之含氮化合物或數量平均分子量 200 至 2999 之含氮寡聚物。於一實施例中，熱作動材料 404 包含含氮高分子，其例如是由胺(amines)、醯胺(amides)、醯亞胺(imides)、馬來醯亞胺(maleimides)分子與亞胺(imines)所組成的群組其中之一與二酮化合物(diones)反應而形成的超分歧高分子(hyper branched polymers)。更明確的說，上述二酮化合物包括巴比土酸(barbituric acid)、巴比土酸衍生物、乙醯丙酮(acetylactone)或乙醯丙酮衍生物。於又一實施例中，熱作動材料 404 包含含氮高分子，其例如是由雙馬來醯亞胺(bismaleimide)單體與巴比土酸(barbituric acid)反應所形成。

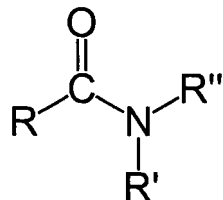
上述胺(amines)的化學結構為：



其中 R^1 、 R^2 及 R^3 可相同或不同，為 H、脂肪族(aliphatic)或芳香族(aromatic)，尤指一級胺(Primary amines， R^2 及 R^3 均為 H)。於一實施例中，上述胺包括：1,1'-雙(甲氧基羰基)二乙烯胺(1,1'-bis(methoxycarbonyl)divinylamine；BDA)、N-甲基-N,N-二乙烯胺(N-methyl-N,N-divinylamine)、二乙

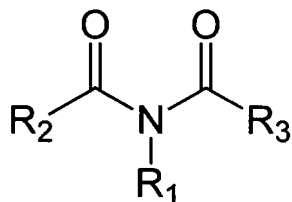
烯基苯基胺(divinylphenylamine)等。

上述醯胺(amides)的化學結構為：



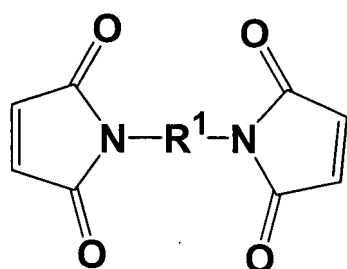
其中 R、R' 及 R'' 可相同或不同，為 H、脂肪族(aliphatic)或芳香族(aromatic)，尤指一級醯胺(Primary amides，R' 及 R'' 均為 H)。於一實施例中，上述醯胺包括：N-乙烯基醯胺(N-Vinylamide)、二乙烯基醯胺(divinylamide)、甲矽烷基(乙烯基)醯胺(Silyl(vinyl)amides)、乙醛酸化乙烯醯胺(glyoxylated-vinyl amide)等。

上述醯亞胺(imides)的化學結構為：

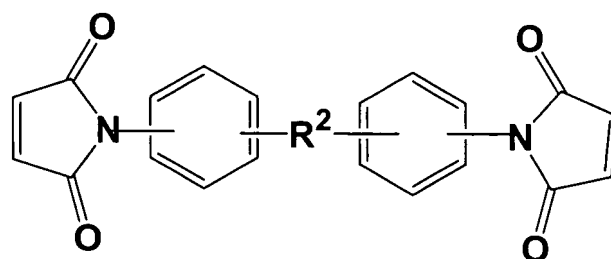


其中 R₁、R₂ 及 R₃ 可相同或不同，為 H、脂肪族(aliphatic)或芳香族(aromatic)。於一實施例中，上述醯亞胺包括：乙烯醯亞胺(N-Vinylimide)、N-乙烯基酞醯亞胺(N-Vinylphthalimide)、乙烯基乙醯胺(vinylacetamide)等二乙烯醯亞胺(divinylimide)。

上述馬來醯亞胺(maleimides)包括單馬來醯亞胺、雙馬來醯亞胺、三馬來醯亞胺及多馬來醯亞胺，其中雙馬來醯亞胺單體具有式(I)或式(II)所示結構：



式(I)

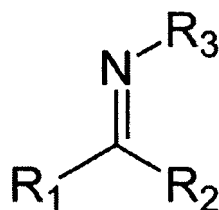


式(II)

其中 R^1 為 $-RCH_2R-$, $-RNH_2R-$, $-C(O)CH_2-$, $-CH_2OCH_2-$, $-C(O)-$, $-O-$, $-O-O-$, $-S-$, $-S-S-$, $-S(O)-$, $-CH_2S(O)CH_2-$, $-(O)S(O)-$, $-C_6H_4-$, $-CH_2(C_6H_4)CH_2-$, $-CH_2(C_6H_4)(O)-$, 伸苯基, 伸聯苯基, 取代的伸苯基或取代的伸聯苯基, 及 R^2 為 $-RCH_2-$, $-C(O)-$, $-C(CH_3)_2-$, $-O-$, $-O-O-$, $-S-$, $-S-S-$, $-(O)S(O)-$, 或 $-S(O)-$, 其中 R 為 1-6 個碳的烷基。雙馬來醯亞胺包括: N,N' -雙馬來醯亞胺-4,4'-二苯基代甲烷(N,N' -bismaleimide-4,4'-diphenylmethane)、1,1'-(亞甲基雙-4,1-亞苯基)雙馬來醯亞胺 [$1,1'$ -(methylenedi-4,1-phenylene)bismaleimide]、 N,N' -(1,1'-二苯基-4,4'-二亞甲基)雙馬來醯亞胺 [N,N' -(1,1'-biphenyl-4,4'-diyl) bismaleimide]、 N,N' -(4-甲基-1,3-亞苯基)雙馬來醯亞胺 [N,N' -(4-methyl-1,3-phenylene)bismaleimide]、1,1'-(3,3'-二甲基-1,1'-二苯基-4,4'-二亞甲基)雙馬來醯亞胺 [$1,1'$ -(3,3'-dimethyl-1,1'-biphenyl-4,4'-diyl)bismaleimide]、 N,N' -乙烯基二馬來醯亞胺(N,N' -ethylenedimaleimide)、 N,N' -(1,2-亞苯基)二馬來醯亞胺 [N,N' -(1,2-phenylene)dimaleimide]、 N,N' -(1,3-亞苯基)二馬

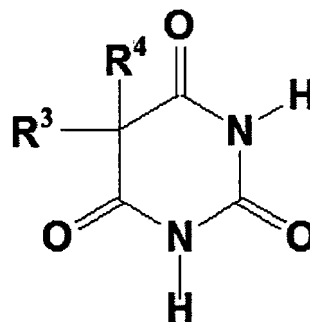
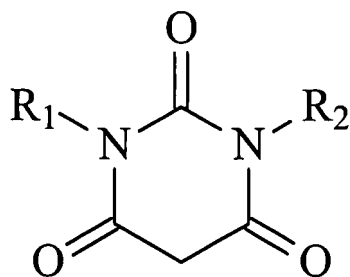
來醯亞胺[N,N'-(1,3- phenylene)dimalleimide]、N,N'-雙馬來醯亞胺硫(N,N'-thiodimalleimid)、N,N'-雙馬來醯亞胺二硫(N,N'-dithiodimalleimid)、N,N'-雙馬來醯亞胺酮(N,N'-ketonedimalleimid)、N,N'-亞甲基雙馬來醯亞胺(N,N'-methylene-bis-maleinimid)、雙馬來醯亞胺甲-醚(bis-maleinimidomethyl-ether)、1,2-雙馬來醯亞胺基-1,2-乙二醇[1,2-bis-(maleimido)-1,2-ethandiol]、N,N'-4,4'-二苯醚-雙馬來醯亞胺(N,N'-4,4'-diphenylether-bis-maleimid)、及 4,4'-雙馬來醯亞胺-二苯磺[4,4'-bis(maleimido)-diphenylsulfone]等。

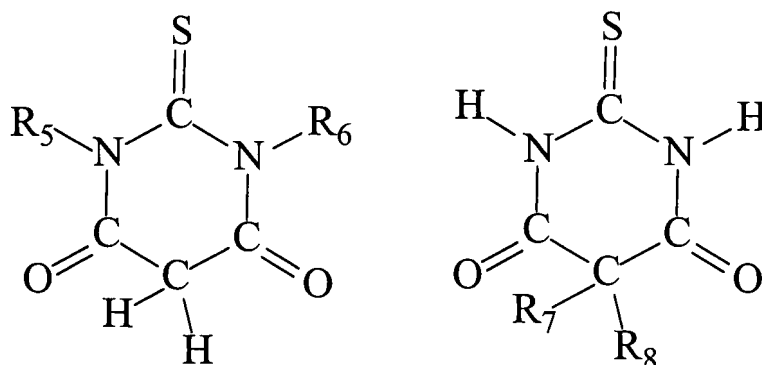
上述亞胺(imine)的化學結構為：



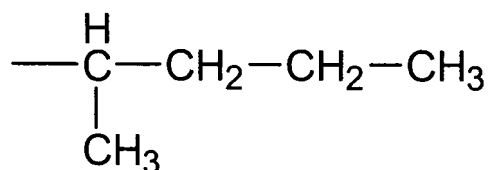
其中 R₁、R₂ 及 R₃ 可相同或不同，為 H、脂肪族(aliphatic)或芳香族(aromatic)。具體實例包括：乙烯基亞胺(divinylimine)、烯丙基亞胺(allylic imine)等。

再者，巴比土酸和其衍生物化學結構為：



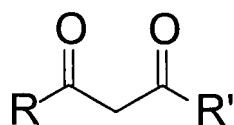


其中， R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 、 R^5 、 R^6 、 R^7 及 R^8 係為相同或不同之取代基，包括 H ， CH_3 ， C_2H_5 ， C_6H_5 ， $\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ ， $\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ ， $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ ，或



，其中 R^1 、 R^2 、 R^3 及 R^4 均為 H 者為巴比土酸。

而乙醯丙酮和其衍生物的化學結構為：



R 、 R' 可為脂肪族(aliphatic)或芳香族(aromatic)或雜環族；其中， R 、 R' 均為甲基(methyl)時，該化合物為乙醯丙酮。

二酮化合物所需總用量與胺(amines)、醯胺(amides)、醯亞胺(imides)、馬來醯亞胺(maleimides)、亞胺(imines)系

列單體的莫耳比率可為 1:20~4:1，較佳比例範圍為 1:5~2:1，更佳比率範圍為 1:3~1:1。

值得注意的是，熱作動材料在作動前為小分子材料，因此對於鋰電池的鋰離子的擴散移動影響較小。然而，當鋰電池的溫度升高時，熱作動材料產生交聯反應形成高分子，進而阻礙鋰離子的擴散移動，造成導電度下降。換句話說，當鋰電池受熱時，此熱作動材料的末端官能基可進一步進行交聯反應，阻斷極板鋰離子的擴散傳導，且可以抑制和減少氧分子從受熱極板中釋出，讓鋰電池極板材料與電解液間的放熱反應降低，進而使電池安全性大幅提升。其中，熱作動材料進行交聯反應的溫度稱為熱作動溫度(onset temperature)。舉例而言，當含氮高分子為雙馬來醯亞胺與巴比土酸所形成之高分子時，熱作動材料的末端官能基包含了乙烯基(來自雙馬來醯亞胺)與胺基(來自巴比土酸)。當電池受熱時，乙烯基與胺基開始進行交聯反應的溫度即為熱作動溫度。在本發明中，熱作動溫度介於攝氏 80~280 度之間，較佳約介於攝氏 100~220 度，更佳約介於攝氏 130~200 度。

一般而言，在導電材料中摻雜高分子材料，會使摻雜高分子材料的導電材料的導電性比於未摻雜高分子材料的導電材料的導電性低。因此根據熱作動材料在每一電極材料層中的含量，可區分電極材料層為熱作動材料含量少的高導電性材料層與熱作動材料含量多的高安全性材料層。而於本發明的一實施例中，為兼顧正極極板的安全性與導

電性，正極極板 102 中每一電極材料層所含的該熱作動材料的含量彼此不同。較佳的是，隨著電極材料層(例如電極材料層 102a、102b、102c 與 102d)越靠近負極極板 104，電極材料層含熱作動材料的含量則越大。換句話說，由頂部電極材料層 102a 至底部電極材料層 102d，電極材料層 102a、102b、102c 與 102d 中各別含熱作動材料的含量越來越少。也就是相較於頂部電極材料層 102a 與底部電極材料層 102d，則頂部電極材料層 102a 屬於高安全性材料層，而底部電極材料層 102d 則屬於高導電性材料層。另外，每一電極材料層含熱作動材料的含量介於 0.1~10wt%。而較佳的含量介於 1.0~2.5wt%。

然而，於另一實施例中，當每一電極材料層(例如電極材料層 102a、102b、102c 與 102d)所含的熱作動材料的含量彼此相同時，則可藉由調整每一電極材料層中的導電材料的成分不同，使得由頂部電極材料層 102a 至底部電極材料層 102d，電極材料層 102a、102b、102c 與 102d 依序展現出導電性越來越大的特性。

另外，圖 2 繪示依照本發明另一實施例的一種鋰電池的剖面示意圖。請參照圖 2，於又一實施例中，當正極極板 202 僅由接近負極極板 204 的頂部電極材料層 202a 與遠離負極極板 204 的底部電極材料層 202b 的兩層電極材料層所組成時，頂部電極材料層 202a 與該底部電極材料層 202b 的厚度比介於 10/90~90/10 之間。

於上述本實施例中，鋰電池 100 的第一極板 102 為正

極極板而第二極板 104 為負極極板，且第一極板 102(正極極板)為多層電極材料層堆疊組成，堆疊的多層電極材料層中至少其中之一包含一熱作動材料。然而，本發明並不限於此。請參照圖 3，其繪示依照本發明又一實施例的一種鋰電池的剖面局部放大示意圖，其中鋰電池 300 的第一極板 302 為正極極板而第二極板 304 為負極極板，且第二極板 304(負極極板)為多層電極材料層(例如電極材料層 304a、304b、304c 與 304d)互相堆疊組成，每一電極材料層是由一導電材料所組成，且至少電極材料層其中之一包含一熱作動材料。具有多層電極材料層堆疊而成的負極極板 304 例如是以狹縫式塗佈(slot die coating)、斜板式塗佈法(slide coating)、淋幕式印刷(curtain coating)達到多層電極材料層塗佈的負極極板。而負極極板 304 中的電極材料層的導電材料如先前實施例中所述的負極極板 104 之材質，因此不在此作贅述。而正極極板 302 之材質如先前實施例中所描述的正極極板 102 之導電材質，因此亦不在此作贅述。

另外，圖 4 繪示依照本發明再一實施例的一種鋰電池的剖面局部放大示意圖。請參照圖 4，此實施例中的鋰電池 400 的第一極板 402 為正極極板而第二極板 404 為負極極板，且第一極板 402(正極極板)與第二極板 404(負極極板)分別由多層電極材料層堆疊組成(例如電極材料層 402a、402b、402c 與 402d 組成正極極板 402，例如電極材料層 404a、404b、404c 與 404d 組成負極極板 404)，組成

正極極板 402 的堆疊的多層電極材料層中至少其中之一包含一熱作動材料，而組成負極極板 404 的堆疊的多層電極材料層中至少其中之一包含一熱作動材料。分別組成正極極板 402 與負極極板 404 的電極材料如先前實施例中所述，因此不在此作贅述。另外，分別由堆疊的電材料層組成正極極板 402 與負極極板 404 的方法也如先前實施例中所數，因此不在此作贅述。

表一列出不同正極極板的電極材料層數以及各電極材料層中的熱作動材料含量，以及相對應的正極極板所產生的反應熱。

表一

編號	電極材料 層數	熱作動材料 含量(wt%)	厚度比	反應熱(J/g)
1	1	0	--	880
2	1	2	--	763
3	2	2/0	51/49	656

其中，正極極板中每一電極材料中的導電材料為 $\text{LiMn}_x\text{Co}_y\text{Ni}_z\text{O}_2$ 與 LiMn_2O_4 的混合物。由編號 1 與編號 2 實驗結果可得知，電極材料層數為單一層時，則電極材料層含有熱作動材料的正極極板，其反應熱較低。而比較編號 2 與編號 3 實驗結果更可發現，當正極極板由雙層電極材料所組成，且頂部電極材料含有熱作動材料(2wt%)而底

部電極材料未含熱作動材料時，此正極極板的反應熱(656J/g)比含有熱作動材料之單層電極材料所組成的正極極板的反應熱低(763J/g)。很明顯的，雖然編號3實驗結果的正極極板的整體熱作動材料含量比編號2實驗結果的正極極板的整體熱作動材料含量低，但是其正極極板的反應熱較低，如此證明以含有熱作動材料的多層電極材料層所組成的正極極板比含有熱作動材料的單層電極材料層所組成的正極極板，具有更佳的抑制反應熱產生的效果。

表二列出同是雙層電極材料層組成的正極極板，其含有熱作動材料的電極材料層為底部電極材料層(編號4)或是頂部電極材料層(編號5)，在鋰電池過充電測試時，所分別對應的正極極板與負極極板的溫度。

表二

編號	極板層數	熱作動材料 wt%	正極極板溫度(攝氏)	負極極板溫度(攝氏)
4	2	0/1	170	166
5	2	1/0	96	115

其中，正極極板中每一電極材料中的導電材料為 $\text{LiMn}_x\text{Co}_y\text{Ni}_z\text{O}_2$ 與 LiMn_2O_4 的混合物。很明顯的，當鋰電池充電時，頂部電極材料層含有熱作動材料的正極極板與負極極板的溫度，均小於底部電極材料含有熱作動材料的正極極板與負極極板的溫度。也就是在雙層電極材料層所

組成的正極極板中，頂部電極材料層中摻雜熱作動材料會比底部電極材料層中摻雜熱作動材料，具有更佳的安全效果。

本發明中，在電極極板是由數個電極材料層所組成，而電極材料層中至少其中之一摻雜有熱作動材料。由於熱作動材料在鋰電池溫度升高時，會啟動熱作動而產生交聯反應形成高分子，進而阻礙鋰離子的擴散移動，造成電解質溶液導電度下降，且可以抑制和減少氧分子從受熱極板中釋出，讓鋰電池正極極板與電解液間的放熱反應降低，進而使電池安全性大幅提升。

雖然本發明已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，故本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

【圖式簡單說明】

圖 1 繪示依照本發明一實施例的一種鋰電池的局部剖面示意圖。

圖 1A 繪示依照本發明圖 1 的鋰電池的剖面局部放大示意圖。

圖 2 繪示依照本發明另一實施例的一種鋰電池的剖面局部放大示意圖。

圖 3 繪示依照本發明又一實施例的一種鋰電池的剖面局部放大示意圖。

圖 4 繪示依照本發明再一實施例的一種鋰電池的剖面局部放大示意圖。

【主要元件符號說明】

100、200：鋰電池

102：正極極板

102a、102b、102c、102d：電極材料層

104、204：負極極板

108：隔離膜

110：電解質溶液

114：孔隙

202a：頂部電極材料層

202b：底部電極材料層

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號 99145569

※申請日：

※IPC 分類：H01M4/13

一、發明名稱：

鋰電池與極板結構 / LITHIUM BATTERY AND ANODE PLATE STRUCTURE

二、中文發明摘要：

一種鋰電池，包括：一第一極板、一第二極板與一隔離膜。第一極板由複數層電極材料層互相堆疊而成，其中至少該些電極材料層其中之一包含一熱作動材料。隔離膜位於該第一極板與該第二極板之間。

三、英文發明摘要：

A lithium battery is provided. The lithium battery comprises a first plate, a second plate and a separator. The first plate is composed of a plurality of electrode material layers stacked on one another. At least one of the electrode material layers comprises a thermal activation material. The separator is disposed between the first plate and the second plate.

七、申請專利範圍：

1. 一種鋰電池，包括：

一第一極板，由複數層第一電極材料層互相堆疊而成，其中至少該些第一電極材料層其中之一包含一熱作動材料；

一第二極板；

一隔離膜，位於該第一極板與該第二極板之間。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之鋰電池，其中每一該些第一電極材料層所含的該熱作動材料的含量彼此不同。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之鋰電池，其中隨著每一該些第一電極材料層越靠近該第二極板而該些第一電極材料層含該熱作動材料的含量越高。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之鋰電池，其中每一該些第一電極材料層含該熱作動材料的含量介於 0.1~10wt%。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之鋰電池，其中每一該些第一電極材料層含該熱作動材料的含量介於 1.0~2.5wt%。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述之鋰電池，其中該熱作動材料包含一含氮高分子。

7. 如申請專利範圍第 6 項所述之鋰電池，其中該含氮高分子係由雙馬來醯亞胺(bismaleimide)單體與巴比土酸(barbituric acid)反應所形成。

8. 如申請專利範圍第 6 項所述之鋰電池，其中該含氮

高分子是由胺(amines)、醯胺(amides)、醯亞胺(imides)、馬來醯亞胺(maleimides)分子與亞胺(imines)所組成的群組其中之一與二酮化合物(diones)反應而成。

9. 如申請專利範圍第 8 項所述之鋰電池，其中該二酮化合物包括巴比土酸(barbituric acid)、巴比土酸衍生物、乙醯丙酮(acetylactone)或乙醯丙酮衍生物。

10. 如申請專利範圍第 1 項所述之鋰電池，其中當該第一極板為一正極極板時，每一該些第一電極材料層分別包含選自 LiCoO_2 、 LiMn_2O_4 、 $\text{LiMn}_x\text{Co}_y\text{Ni}_z\text{O}_2$ ($0 < x, y, z < 1$)、 $\text{LiNi}_x\text{Co}_y\text{Al}_z\text{O}_2$ ($0 < x, y, z < 1$)、 LiFePO_4 所組成的群組其中之一的一導電材料。

11. 如申請專利範圍第 10 項所述之鋰電池，其中每一該些第一電極材料層所含的該熱作動材料的含量彼此相同時，每一該些第一電極材料層中的該導電材料的成分不同。

12. 如申請專利範圍第 1 項所述之鋰電池，其中該第一極板由接近該第二極板的一頂部第一電極材料層與遠離該第二極板的一底部第一電極材料層的兩層第一電極材料層所組成時，該頂部第一電極材料層與該底部第一電極材料層的厚度比介於 10/90~90/10 之間。

13. 如申請專利範圍第 1 項所述之鋰電池，其中該第一極板為正極極板時，該第二極板為負極極板，而該第一極板為負極極板時，該第二極板為正極極板。

14. 如申請專利範圍第 1 項所述之鋰電池，其中該第二極板由複數層第二電極材料層互相堆疊而成，且至少該

些第二電極材料層其中之一包含一熱作動材料。

15. 一種極板結構，包括：

複數層電極材料層，該些電極材料層互相堆疊，其中堆疊的該些電極材料層的至少其中之一包含一熱作動材料。

16. 如申請專利範圍第 15 項所述之極板結構，其中包含該熱作動材料的該些電極材料層至少其中之一是堆疊的該些電極材料層的一頂部電極材料層。

17. 如申請專利範圍第 16 項所述之極板結構，其中每一該些電極材料層所含的該熱作動材料的含量彼此不同。

18. 如申請專利範圍第 16 項所述之極板結構，其中隨著每一該些電極材料層越靠近該負極極板而該些電極材料層含該熱作動材料的含量越高。

19. 如申請專利範圍第 16 項所述之極板結構，其中每一該些電極材料層含該熱作動材料的含量介於 0.1~10wt%。

20. 如申請專利範圍第 16 項所述之極板結構，其中每一該些電極材料層含該熱作動材料的含量介於 1.0~2.5wt%。

21. 如申請專利範圍第 15 項所述之極板結構，其中該些電極材料層為一底部電極材料層與堆疊於該底部電極材料層上的該頂部電極材料層時，該頂部電極材料層與該底部電極材料層的厚度比介於 10/90~90/10 之間。

22. 如申請專利範圍第 15 項所述之極板結構，其中該

熱作動材料包含一含氮高分子。

23. 如申請專利範圍第 22 項所述之極板結構，其中該含氮高分子係由雙馬來醯亞胺(bismaleimide)單體與巴比土酸(barbituric acid)反應所形成。

24. 如申請專利範圍第 22 項所述之極板結構，其中該含氮高分子是由胺(amines)、醯胺(amides)、醯亞胺(imides)、馬來醯亞胺(maleimides)分子與亞胺(imines)所組成的群組其中之一與二酮化合物(diones)反應而成。

25. 如申請專利範圍第 24 項所述之極板結構，其中該二酮化合物包括巴比土酸(barbituric acid)、巴比土酸衍生物、乙醯丙酮(acetylactone)或乙醯丙酮衍生物。

26. 如申請專利範圍第 15 項所述之極板結構，其中當堆疊的該些電極材料層是做為一正極極板時，每一該些電極材料層分別包含選自 LiCoO_2 、 LiMn_2O_4 、 $\text{LiMn}_x\text{Co}_y\text{Ni}_z\text{O}_2$ ($0 < x, y, z < 1$)、 $\text{LiNi}_x\text{Co}_y\text{Al}_z\text{O}_2$ ($0 < x, y, z < 1$)、 LiFePO_4 所組成的群組其中之一的一導電材料。

27. 如申請專利範圍第 26 項所述之極板結構，其中每一該些電極材料層所含的該熱作動材料的含量彼此相同時，每一該些電極材料層中的該導電材料的成分不同。

36145TW_J

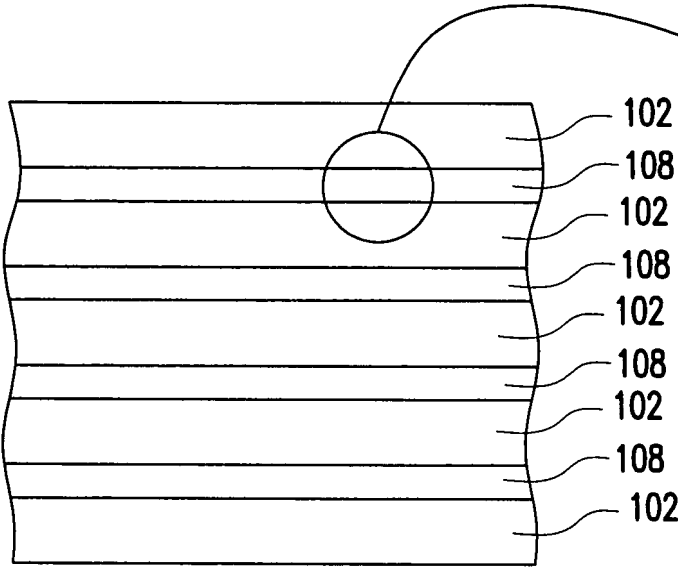


圖 1

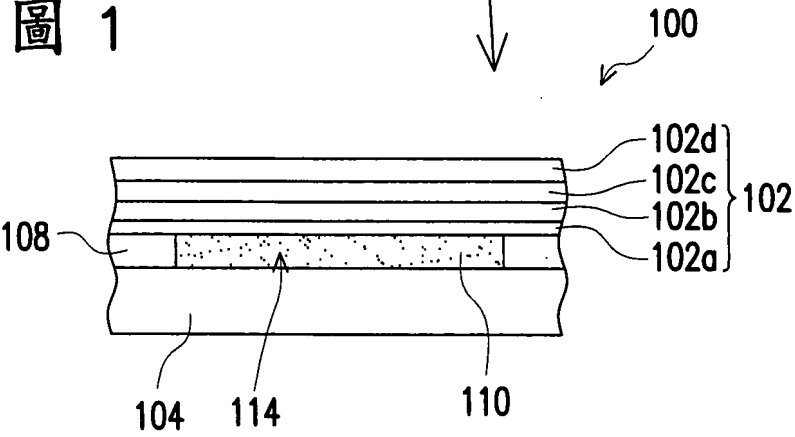


圖 1A

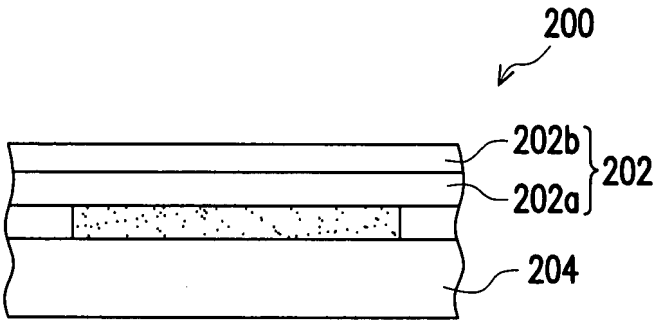


圖 2

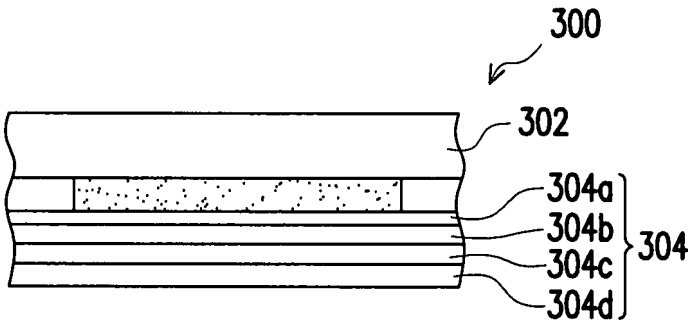


圖 3

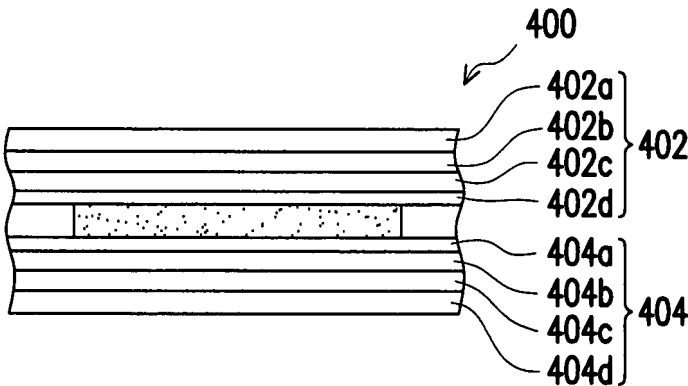


圖 4

四、指定代表圖：

(一) 本案之指定代表圖：圖 1A

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

100：鋰電池

102：正極極板

102a、102b、102c、102d：電極材料層

104：負極極板

108：隔離膜

110：電解質溶液

114：孔隙

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

年 月 日修正替換頁
100.10.24

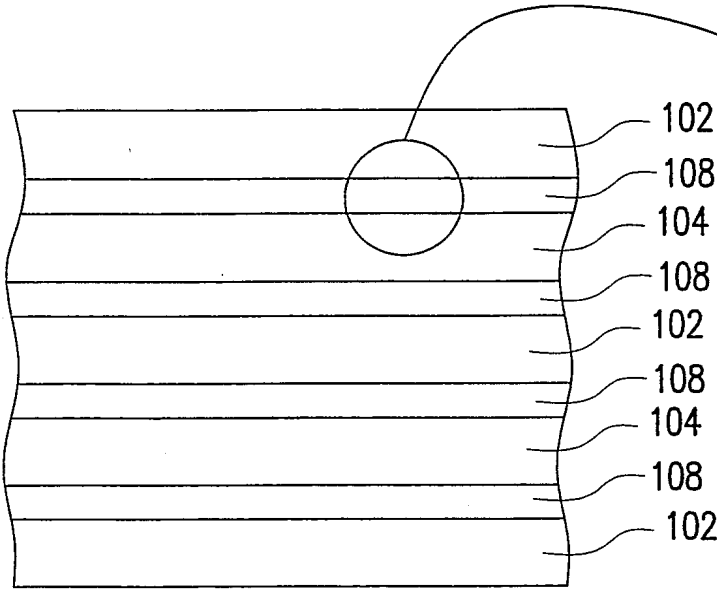


圖 1

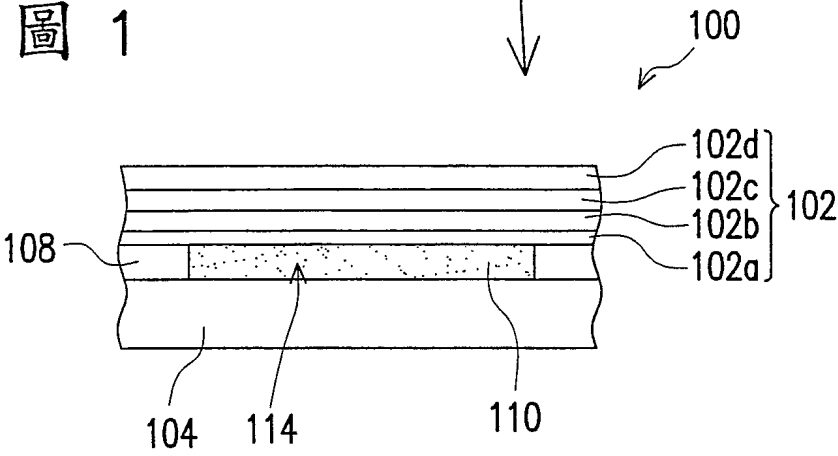


圖 1A

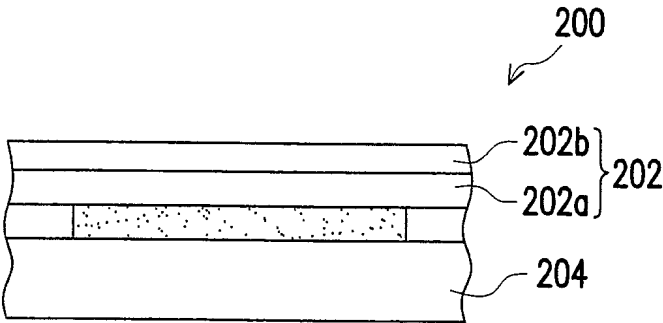


圖 2

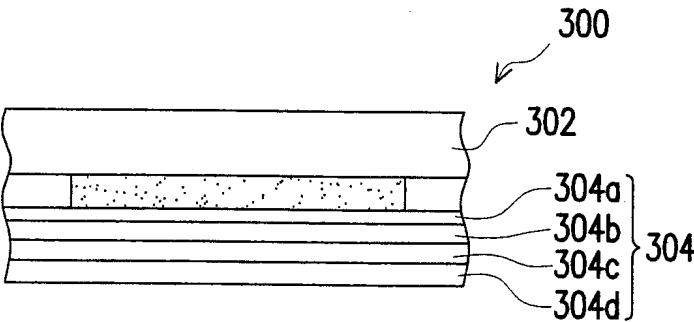


圖 3

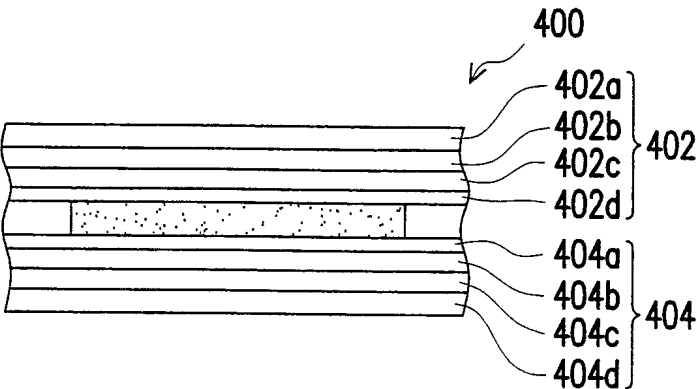


圖 4