I838078

(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本 **(11)證書號數：TW I838078 B**

(45)公告日： 中華民國 113 (2024) 年 04 月 01 日

(21)申請案號：112101281 (22)申請日： 中華民國 106 (2017) 年 07 月 11 日

(51)Int. Cl.： ***A61N7/00*** ***(2006.01)***

(30)優先權：2016/07/21 美國 62/365,099

(71)申請人：美商席利通公司 (美國) SOLITON, INC. (US)
美國

(72)發明人：卡貝利 克里斯多夫 C CAPELLI, CHRISTOPHER C. (US)；奇希尼斯基 麥克 KISHINEVSKY, MICHAEL (US)；馬斯 丹尼爾 MASSE, DANIEL (US)；桑默生 約翰 SUMMERSON, JOHN (US)；羅伯生 大衛 ROBERTSON, DAVID (US)；克雷普 瓦特 KLEMP, WALTER (US)；克勞利 羅伯 CROWLEY, ROBERT (US)

(74)代理人：洪澄文

(56)參考文獻：

TW	201446304A	CN	105209117A
GB	2199249A	JP	S6323775A
US	5245988A	WO	91/10227A1

審查人員：賴冠宇

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：11 共 56 頁

(54)名稱

用於產生醫療脈衝之電容器陣列裝置以及產生醫療脈衝之裝置

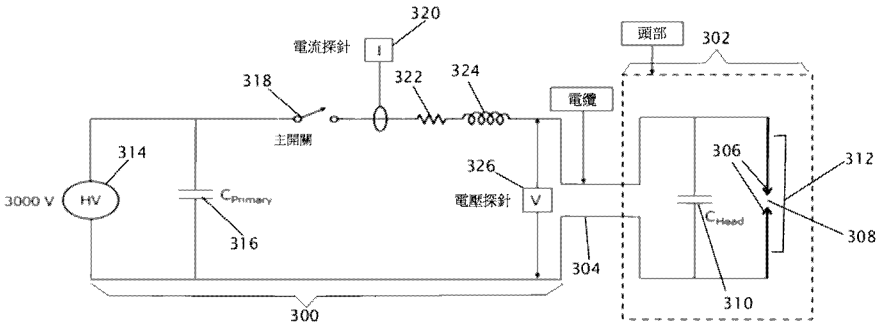
(57)摘要

一種用於產生醫療壓縮聲波(譬如，脈衝)之裝置、電容器陣列、及方法。在該等裝置及至少某些該等方法中，複數個電極可設置於藉一外殼界定且佈設成充滿液體之一容室中，且複數個電容器可與該等電極電氣連接且可藉該外殼支撐(譬如，實體連結)。電壓脈波可同時施加至該複數個電極(譬如，使該液體之部份開始汽化且離子化以提供該複數個電極之間的至少一極間導電路徑)，及施加至該等電容器以充電該複數個電容器。該複數個電容器可佈設成，當達一臨界充電時，放電至該複數個電極(譬如，沿該一個或更多極間導電路徑產生一個或更多極間電弧，使該液體其他部份汽化且產生一個或更多聲學脈衝)。該等電容器陣列中，複數個電容器可連結至一個或更多電路板，該等電容器之一第一部係依複數個電容器組所界定之一第一形態配置，該複數個電容器之一第二部係依複數個電容器組所界定之一第二形態配置，界定該第一形態之該等電容器組係並聯連接，界定該第二形態之該等電容器組係並聯連接，及該(等)電路板可佈設成，與一電極連結，使得該電極與該等電容器電氣連通，且相對於該一個或更多電路板固定至少二個自由度。

Apparatuses, capacitor arrays, and methods for generating therapeutic compressed acoustic waves (e.g., shock waves). In the apparatuses and at least some of the methods, a plurality of electrodes can disposed in a chamber that is defined by a housing and configured to be filled with liquid, and a plurality of capacitors can be electrically connected to the electrodes and can be carried by (e.g., physically coupled to) the housing. Voltage pulses can be applied simultaneously to the plurality of electrodes (e.g., to begin to vaporize and ionize portions of the liquid to provide at least one inter-electrode conductive path between the plurality of

electrodes) and to the capacitors to charge the plurality of capacitors). The plurality of capacitors can be configured to, upon reaching a threshold charge, discharge to the plurality of electrodes (e.g., to generate one or more arcs along the one or more inter-electrode conductive paths to vaporize additional portions of the liquid and generate one or more acoustic shock waves). In the capacitor arrays, a plurality of capacitors can be coupled to the one or more circuit boards with a first portion of the capacitors arranged in a first pattern defined by a plurality of capacitor sets, a second portion of the plurality of capacitors can be arranged in a second pattern defined by a plurality of capacitor sets, with the sets defining the first pattern connected in parallel, the sets defining the second pattern connected in parallel, and the circuit board(s) can be configured to be coupled to an electrode such that the electrode is in electrical communication with the capacitors and is fixed in at least two degrees of freedom relative to the one or more circuit boards.

指定代表圖：



第 3 圖

符號簡單說明：

300:脈波產生系統

302:頭部

304:電纜

306:電極

308:火花隙

310:電容器

312:容室

314:高壓電源供應器

316:電容器

318:主開關

320:電流探針

322:電阻器

324:電感器

326:電壓探針

I838078

【發明摘要】

【中文發明名稱】用於產生醫療脈衝之電容器陣列裝置以及產生醫療脈衝之裝置

【英文發明名稱】CAPACITOR-ARRAY APPARATUS FOR USE IN GENERATING THERAPEUTIC SHOCK WAVES AND APPARATUS FOR GENERATING THERAPEUTIC SHOCK WAVES

【中文】

一種用於產生醫療壓縮聲波(譬如，脈衝)之裝置、電容器陣列、及方法。在該等裝置及至少某些該等方法中，複數個電極可設置於藉一外殼界定且佈設成充滿液體之一容室中，且複數個電容器可與該等電極電氣連接且可藉該外殼支撐(譬如，實體連結)。電壓脈波可同時施加至該複數個電極(譬如，使該液體之部份開始汽化且離子化以提供該複數個電極之間的至少一極間導電路徑)，及施加至該等電容器以充電該複數個電容器。該複數個電容器可佈設成，當達一臨界充電時，放電至該複數個電極(譬如，沿該一個或更多極間導電路徑產生一個或更多極間電弧，使該液體其他部份汽化且產生一個或更多聲學脈衝)。該等電容器陣列中，複數個電容器可連結至一個或更多電路板，該等電容器之一第一部係依複數個電容器組所界定之一第一形態配置，該複數個電容器之一第二部係依複數個電容器組所界定之一第二形態配置，界定該第一形態之該等電容器組係並聯連接，界定該第二形態之該等電容器組係並聯連接，及該(等)電路板可佈設成，與一電極連結，使得該電極與

該等電容器電氣連通，且相對於該一個或更多電路板固定至少二個自由度。

【英文】

Apparatuses, capacitor arrays, and methods for generating therapeutic compressed acoustic waves (e.g., shock waves). In the apparatuses and at least some of the methods, a plurality of electrodes can disposed in a chamber that is defined by a housing and configured to be filled with liquid, and a plurality of capacitors can be electrically connected to the electrodes and can be carried by (e.g., physically coupled to) the housing. Voltage pulses can be applied simultaneously to the plurality of electrodes (e.g., to begin to vaporize and ionize portions of the liquid to provide at least one inter-electrode conductive path between the plurality of electrodes) and to the capacitors to charge the plurality of capacitors). The plurality of capacitors can be configured to, upon reaching a threshold charge, discharge to the plurality of electrodes (e.g., to generate one or more arcs along the one or more inter-electrode conductive paths to vaporize additional portions of the liquid and generate one or more acoustic shock waves). In the capacitor arrays, a plurality of capacitors can be coupled to the one or more circuit boards with a first portion of the capacitors arranged in a first pattern defined by a plurality of capacitor sets, a second portion

of the plurality of capacitors can be arranged in a second pattern defined by a plurality of capacitor sets, with the sets defining the first pattern connected in parallel, the sets defining the second pattern connected in parallel, and the circuit board(s) can be configured to be coupled to an electrode such that the electrode is in electrical communication with the capacitors and is fixed in at least two degrees of freedom relative to the one or more circuit boards.

【指定代表圖】：第 3 圖。

【代表圖之符號簡單說明】：

300:脈波產生系統

302:頭部

304:電纜

306:電極

308:火花隙

310:電容器

312:容室

314:高壓電源供應器

316:電容器

318:主開關

320:電流探針

322:電阻器

324:電感器

326:電壓探針

【發明說明書】

【中文發明名稱】用於產生醫療脈衝之電容器陣列裝置以及產生醫療脈衝之裝置

【英文發明名稱】CAPACITOR-ARRAY APPARATUS FOR USE IN GENERATING THERAPEUTIC SHOCK WAVES AND APPARATUS FOR GENERATING THERAPEUTIC SHOCK WAVES

【技術領域】

【0001】 本發明大體上關於脈衝或震波之醫療使用。更明確地、但非以限制方式地，本發明關於一種具備改良電極壽命之醫療脈衝或脈衝(具有醫療用途之脈衝)產生裝置。

【先前技術】

【0002】 聲學脈衝已用於某些特定醫療許多年。脈衝或震波通常用於指一聲學現象(譬如起因於一爆炸或閃電)，其引起一突然且劇烈之壓力變化。此等劇烈壓力變化可生成強能量波，其可運行通過譬如空氣、水、人類軟組織等彈性介質、或譬如骨骼等某些特定固體物質及/或在此類彈性介質中誘發一非彈性反應。用於引發醫療用途脈衝之方法包含：(1)電動液壓、或火花隙(EH)；(2)電磁或 EMSE；及(3)壓電。每一個各以其本身之獨特物理原理為基礎。

A.用於脈衝產生之裝置及系統

【0003】 美國專利申請案第 13/574,228 號(國家階段申請案第 PCT/US2011/021692 號，其公告為 WO 2011/091020)由本發

明人其中之一揭露一種使用換能器生成高脈波率脈衝之裝置。該裝置包含一聲波產生器，被佈設成發出聲波，此等聲波具有在 1 百萬赫(MHz)到 1000MHz 之間的至少一頻率；一脈衝外殼，連結至該聲波產生器；及一脈衝介質，設置於該脈衝外殼中；其中該裝置佈設成，使得倘該聲波產生器放射複數個聲波，則該等聲波之至少一些部份將運行通過該脈衝介質且形成複數個脈衝。該裝置可被致動以形成複數個脈衝，該等脈衝佈設成，使一病患體內之微粒破壞該病患之一個或更多細胞，且該等脈衝可被導向一病患之細胞，使得該等脈衝造成微粒破壞一個或更多細胞。該聲學換能器裝置可生成高頻率或脈波率下之高功率脈衝。

【0004】 附帶地，美國專利申請案第 13/798712 號亦由本發明人揭露一種用於電動液壓產生 10 赫(Hz)到 5MHz 速率脈衝之裝置及方法，其包括：一外殼，其界定一容室及一脈衝出口；一液體，設置於該容室中；複數個電極(譬如，在一火花頭或模組中)，被佈設成設置於該容室中以界定一個或更多火花隙；及一脈波產生系統，被佈設成將速率介於 10Hz 到 5MHz 之間的電壓脈波施加至該等電極。

【0005】 其他用於提供脈衝之系統包含一電動液壓(EH)波產生器。EH 系統通常可如同其他方法，傳送相似位準之能量，但可佈設成在一較寬廣區域上傳送該能量，且因此在一較短時間內傳送一較大量之脈衝能量到目標組織。EH 系統通常合併一電極(即，一火花塞)，以啟動一脈衝。在 EH 系統中，當施加電至沈浸於淨化水中之一電極且該淨化水內含於一包殼中

時，產生高能量脈衝。當加添電荷時，一小量水在該電極尖端處汽化，且汽化水之幾近瞬間的快速膨脹將引起朝外傳播通過液體水之一脈衝。某些實施例中，該水內含於一橢球體包殼中。在此等實施例中，該脈衝可從該橢球體包殼之側邊跳彈，且在與待治療區域之位置重合的一焦點處收斂。

【0006】 譬如，美國專利案第 7,189,209 號(第'209 號專利)描述一種藉施加聲學脈衝來治療與骨骼及肌肉骨骼環境、以及軟組織關聯之病理狀態的方法。第'209 號專利描述，脈衝誘發包含微創之局部創傷、及其中的細胞凋亡，以及誘發譬如細胞招募等骨母細胞反應，刺激分子骨、軟骨、腱、筋膜、及軟組織形態決定因子與生長因子之生成，及誘發血管之新生血管現象。第'209 號專利主張其方法之數個特定實現。例如，第'209 號專利主張一種治療糖尿病足潰瘍或壓褥瘡之方法，其包括：定位一人類病患中之一糖尿病足潰瘍或壓褥瘡之位置或疑似位置；產生複數個聲學脈衝；遍布該定位位置聚焦該等聲學脈衝；及施加每治療超過 500 到大約 2500 個聲學脈衝到該定位位置，以誘發微損傷及增加血管形成，藉以誘發或加速癒合。第'209 號專利揭露一近似 0.5 到 4Hz 之頻率範圍，且施加每治療位置大約 300 至 2500、或大約 500 到 8,000 個聲學脈衝，如此可導致每一治療位置之一治療持續時間、及/或所有位置之一「每治療總時間」不方便地大。譬如，第'209 號專利揭露，不同範例之每治療總時間範圍在 20 分鐘到 3 小時。

【0007】 美國專利案第 5,529,572 號(第'572 號專利)包含，使用電動液壓所產生之脈衝以對組織生成醫療效果的另一範

例。第'572 號專利描述一種增加骨質密度及強度(以治療骨質疏鬆症)之方法，其包括使骨骼經受大致平面、準直之壓縮脈衝，該等脈衝具有一大致固定強度，該強度係相距一脈衝源之距離的函數，及其中該等準直脈衝係在一 50 到 500 大氣壓之強度下施加至骨骼。第'572 號專利描述，施加未聚焦脈衝來生成動態的骨骼重複負荷，以增加平均骨質密度，及因此強化骨骼預防骨折。如第'572 號專利所述者，「未聚焦脈衝較佳地施加於待治療骨骼之一相對較大表面上，譬如覆蓋一從 10 到 150 平方公分之面積。此等脈衝之強度可從 50 到 500 大氣壓。每一脈衝皆如同一習知碎石機中者具有數微秒之持續時間且較佳地在一每秒 1 到 10 個脈衝之頻率下對每一治療施加一 5 到 30 分鐘週期。治療次數依特定病患而定。」

【0008】 美國專利申請案第 10/415,293 號(第'293 號專利)、亦公告為美國專利案第 2004/0006288 號揭露另一使用 EH 產生脈衝以對組織提供醫療效果之實施例。第'293 號申請案揭露一種用於產生醫療聲學脈衝以從血管結構至少部份地分離沉積物的裝置、系統、及方法。第'293 號申請案描述該裝置可生成脈波率為每分鐘大約 50 到大約 500 個脈波(即，0.83 到 8.33Hz)之脈衝，每治療位置(在每待治療血管單元之長度上)的脈波數從每 1 平方公分大約 100 個到大約 5,000 個。

B.脈衝率

【0009】 先前技藝文獻已指出，使用 EH 系統來提供脈衝之較快脈波率可導致組織受損。例如，在一研究(Delius，Jordan，&等，1988)[2]中，以整群狗調查脈衝在正常犬腎臟上之效果，

其中此等狗之腎臟曝露於 3000 脈衝下。此群之差異僅在於脈衝投入之速率，分別在 100Hz 與 1Hz。剖檢在 24 到 30 小時後實施。以巨觀且組織來看，倘以一 100Hz(相對 1Hz)之速率投入脈衝，則明顯在腎臟實質中發生較多出血。此結果顯示，腎臟損害取決於脈衝投入之速率。

【0010】 在另一研究(Madbouly&等，2005)[7]中，相較於快速震波碎石術速率(SWL)，放慢震波碎石術速率在較低數量之總脈衝下，與顯著較高之成功率相關聯。在該論文中，作者討論，人類研究如何亦已顯示，SWL 誘發腎臟損傷發生率、或當使用較慢之測試 SWL 速率時對麻醉的需求將減少。

【0011】 在又一研究(Gillitzer&等，2009)[5]中，將傳送速率由每分鐘 60 個脈衝放慢至 30 個脈衝，亦在一豬模式中提供一真實血管分佈完整性的戲劇性保護效果。此等研究結果支持以減低脈波率頻率來改善體外震波碎石術之安全性及功效的潛力策略。

【0012】 軟組織可在介於 1Hz 與 10Hz 之間的脈波率(PR)下，由彈性轉變成黏性行為。結果，當使用典型之碎石術功率位準時，由 PR 在 1Hz 與 10Hz 之間的脈衝對組織之潛在損害將無法預知。或許因此，先前技藝教示較慢之 PR、及大的每治療總時間(TTPT)。例如，目前已知的 EH 脈衝系統通常傳送小於 10Hz 之 PR，且需要長的每治療總時間(TTPT)(譬如，TTPT 週期為數分鐘、或甚至單一治療位置達甚至數小時)。當可為典型之一治療需將一裝置在多個治療位置處變換位置時，TTPT 將變大且對許多病患及治療需求可能不切實際。

【0013】 儘管長治療時間對體外震波碎石術而言可接受，然在醫學裝置中使用震波脈衝以對組織提供非碎石術醫療效果者，則倘非無用、亦達不到理想。例如，治療之成本通常隨著投入一治療所需之時間而增加(譬如，因分派給投入治療之人力、設備及其他資源的成本)。更，除成本外，提供病患治療之持續時間在某些情況下，對接受治療之病患、及提供該治療之醫護人員而言將變得無法忍受。

【發明內容】

【0014】 本案包含有，具備改良電極壽命之快速聲學脈波電動液壓產生的裝置及方法具體實施。某些特定實施例中，藉利用二階段脈波放電法產生脈衝，將達成此改良電極壽命。依據此等實施例，在第一階段中，該脈波產生系統佈設成，同時施加電壓脈波至電極容室中之複數個電極，使內含於該容室中之液體的部份汽化，以提供一極間導電路徑；及施加電壓脈波至鄰接該等電極設置之複數個電容器，以對該複數個電容器充電。在第二階段，該已充電之複數個電容器放電至該等電極，以經由該已建立之極間導電路徑而產生一短極間電弧，造成一聲學脈衝。該短極間電弧可使電極腐蝕最小化，以達成改良電極壽命。

【0015】 該改良電極壽命係起因於，與容室內電極鄰接設置之電容器快速放電。該脈波產生系統佈設成，同時施加電壓脈波至電極容室中之複數個電極，使液體之部份汽化，以提供一極間導電路徑；及施加電壓脈波至鄰接該等電極設置之複數個電容器，以對該複數個電容器充電。一實施例中，該複數個

電容器包括至少 10 個並聯平面電容器，其中每一電容器各具有一不大於 100 奈法拉(nF)之電容。一實施例中，該複數個電容器置於鄰接該等電極之複數個堆疊式電路板上，及其中該複數個平面電容器依一低電感形態置於每一堆疊式電路板之對立側上。將該等電容器鄰接該等電極定位，使電弧能夠完全地且迅速地放電。一旦該等電容器放電，極間電弧將終止，使電極腐蝕最小化。

【0016】 本裝置(譬如，用於產生醫療脈衝)之某些實施例包括：一外殼，其界定一容室及一脈衝出口；一液體，設置於該容室中；複數個電極，被佈設成設置於該容室中以界定一個或更多火花隙；複數個電容器，藉該外殼支撐且與該複數個電極電氣連通；及一脈波產生系統，被佈設成與該複數個電極連結，使得：(i)該外殼可相對於該脈波產生系統運動，及(ii)該脈波產生系統與該複數個電極及該複數個電容器電氣連通；其中該脈波產生系統佈設成，同時施加電壓脈波至：該複數個電極(譬如，使該液體之部份開始汽化且離子化以提供該複數個電極之間的至少一極間導電路徑)，及該複數個電容器以充電該複數個電容器；及其中該複數個電容器佈設成，當達一臨界充電時，放電至該複數個電極，以沿該一個或更多極間導電路徑產生一個或更多極間電弧，使該液體其他部份汽化且產生一個或更多聲學脈衝。

【0017】 本裝置之某些實施例中，該脈波產生系統佈設成，藉在該脈波產生系統施加電壓至該複數個電極期間，施加電壓來充電該複數個電容器，以提供一極間導電路徑。

【0018】 本裝置(譬如，用於產生醫療脈衝)之某些實施例包括：一外殼，其界定一容室及一脈衝出口，該容室佈設成充滿一液體；複數個電極，被佈設成設置於該容室中以界定一個或更多火花隙；複數個電容器，藉該外殼支撐且與該複數個電極電氣連通；及一脈波產生系統，被佈設成與該複數個電極連結，使得：(i)該外殼可相對於該脈波產生系統運動，及(ii)該脈波產生系統與該複數個電極及該複數個電容器電氣連通；其中該脈波產生系統佈設成，同時施加電壓脈波至：該複數個電極(譬如，使該液體之部份開始汽化且離子化以提供該複數個電極之間的一極間導電路徑)，及該複數個電容器以充電該複數個電容器；其中該複數個電容器佈設成，當達一臨界充電時，放電至該複數個電極，以沿該一個或更多極間導電路徑產生一個或更多極間電弧，使該液體其他部份汽化且產生一個或更多聲學脈衝。

【0019】 本裝置(譬如，用於產生醫療脈衝)之某些實施例包括：一外殼，其界定一容室及一脈衝出口，該容室佈設成充滿一液體；複數個電極，被佈設成設置於該容室中以界定一個或更多火花隙；複數個電容器，藉該外殼支撐且與該複數個電極電氣連通；及其中該複數個電極佈設成，與一脈波產生系統連結，使得：(i)該外殼可相對於該脈波產生系統運動，及(ii)該脈波產生系統與該複數個電極及該複數個電容器電氣連通，使得該複數個電極及該複數個電容器可同時從該脈波產生系統接收電壓脈波；及其中該複數個電容器佈設成，當達一臨界充電時，放電至該複數個電極。

【0020】 本裝置之某些實施例中，該複數個電容器之每一者皆呈平面。某些實施例中，該複數個電容器配置於一電路中，該電路具有一 2 奈亨利(nH)到 200nH 之間的總電感。某些實施例中，該複數個電容器包括 2 到 20 組之間的電容器，各組電容器係並聯連接。某些實施例中，每一組電容器各包括少於 50 個電容器。某些實施例中，每一組電容器各包括 10 個或更多串聯電容器。

【0021】 本裝置之某些實施例中，每一電容器各具有一不大於 100nF 之電容。

【0022】 本裝置之某些實施例中，該複數個電容器連結至複數個堆疊式電路板。某些實施例中，該複數個電容器依複數個圓形形態配置。某些實施例中，該複數個堆疊式電路板包括一第一堆疊式電路板、及連結至該第一堆疊式電路板之一第二堆疊式電路板。某些實施例中，該複數個電容器之一第一部連結至該第一堆疊式電路板，及該複數個電容器之一第二部連結至該第二堆疊式電路板。某些實施例中，該複數個電容器之第一部設置於一第一堆疊式電路板之一第一側上，及該複數個電容器之第二部設置於一第二堆疊式電路板之一第二側上，且該第二堆疊式電路板之第二側係與該第一堆疊式電路板之第一側對立。某些實施例中，該第一堆疊式電路板及該第二堆疊式電路板呈圓形。某些實施例中，該複數個電容器之一第一部連結至該第一堆疊式電路板，及該複數個電容器之一第二部連結至該第二堆疊式電路板。某些實施例中，該複數個電容器之第一部係依一圓形形態連結至該第一堆疊式電路板；及該複數個

電容器之第二部係依一圓形形態連結至該第二堆疊式電路板。某些實施例中，每一組電容器各包括 10 個或更多串聯電容器。某些實施例中，該第一堆疊式電路板尚包括一外緣及一中心，該第二堆疊式電路板尚包括一外緣及一中心；及該複數個電容器之第一部佈設成致使電流從該第一堆疊式電路板之外緣朝該第一堆疊式電路板之中心流動，且該複數個電容器之第二部佈設成致使電流從該第二堆疊式電路板之外緣朝該第二堆疊式電路板之中心流動。某些實施例中，該第一堆疊式電路板係藉沿該等堆疊式電路板之外緣設置的複數個連接器而電連結至第二堆疊式電路板。某些實施例中，該複數個堆疊式電路板之每一者各具有一介於 0.02 英吋與 0.2 英吋之間的厚度。

【0023】 本裝置之某些實施例中，該複數個電容器之每一者各具有一介於 2 公釐到 4 公釐之間的長度、及一介於 1 公釐到 3 公釐之間的寬度。

【0024】 本裝置之某些實施例中，該複數個電容器包括至少 100 個電容器。

【0025】 本電容器陣列裝置(譬如，用於產生醫療脈衝)之某些實施例包括：一個或更多電路板；及複數個電容器，連結至該一個或更多電路板；其中該等電容器之一第一部係依複數個電容器組所界定之一第一形態配置，該複數個電容器之一第二部係依複數個電容器組所界定之一第二形態配置，每一電容器組各包括二個或更多串聯連接電容器；界定該第一形態之該等電容器組係並聯連接，及界定該第二形態之該等電容器組係並

聯連接；及其中該一個或更多電路板佈設成，與一電極連結，使得該電極與該等電容器電氣連通，且相對於該一個或更多電路板固定至少二個自由度。

【0026】 本電容器陣列裝置之某些實施例中，該複數個電容器皆呈平面。某些實施例中，該複數個電容器配置於一電路中，該電路具有一 2nH 到 200nH 之間的總電感。某些實施例中，該複數個電容器包括 2 到 20 組之間的電容器，各組電容器係並聯連接。某些實施例中，每一組電容器各包括少於 50 個電容器。

【0027】 本電容器陣列裝置之某些實施例中，每一組電容器各包括 10 個或更多串聯電容器。

【0028】 本電容器陣列裝置之某些實施例中，每一電容器各具有一不大於 100nF 之電容。

【0029】 本電容器陣列裝置之某些實施例中，該一個或更多電路板包括複數個堆疊式電路板。某些實施例中，該等第一及第二形態係圓形。某些實施例中，該複數個堆疊式電路板包括一第一堆疊式電路板、及連結至該第一堆疊式電路板之一第二堆疊式電路板。某些實施例中，該等電容器之第一部連結至該第一堆疊式電路板，及該等電容器之第二部連結至該第二堆疊式電路板。某些實施例中，該等電容器之第一部設置於一第一堆疊式電路板之一第一側上，及該複數個電容器之第二部設置於一第二堆疊式電路板之一第二側上，且該第二堆疊式電路板之第二側係與該第一堆疊式電路板之第一側對立。本電容器陣列裝置之某些實施例中，該複數個電容器之第一部係依一圓

形形態連結至該第一堆疊式電路板；及該複數個電容器之第二部係依一圓形形態連結至該第二堆疊式電路板。某些實施例中，每一組電容器各尚包括 10 個或更多並聯連接電容器。某些實施例中，該第一堆疊式電路板尚包括一外緣及一中心，該第二堆疊式電路板尚包括一外緣及一中心；及該複數個電容器之第一部佈設成致使電流從該第一堆疊式電路板之外緣朝該第一堆疊式電路板之中心流動，且該複數個電容器之第二部佈設成致使電流從該第二堆疊式電路板之外緣朝該第二堆疊式電路板之中心流動。某些實施例中，該第一堆疊式電路板係藉沿該等堆疊式電路板之外緣設置的複數個連接器而電連結至第二堆疊式電路板。某些實施例中，該複數個堆疊式電路板之每一者各具有一介於 0.02 英吋與 0.2 英吋之間的厚度。

【0030】 本電容器陣列裝置之某些實施例中，每一該複數個電容器之每一者各具有一介於 2 公釐到 4 公釐之間的長度、及一介於 1 公釐到 3 公釐之間的寬度。

【0031】 本電容器陣列裝置之某些實施例中，該複數個電容器包括至少 100 個電容器。

【0032】 本方法(譬如，使用一產生醫療脈衝之裝置來生成一壓縮聲波)之某些實施例包括：施加電壓脈波至藉一外殼界定且充滿液體之一容室中的複數個電極，使得該液體之部份開始汽化且離子化以提供一極間導電路徑；施加電壓至藉該外殼支撐且與該複數個電極電氣連通之複數個電容器，以充電該複數個電容器；及當該複數個電容器達一臨界充電時，使該複數個電容器放電至該等電極，以沿該已建立極間導電路徑產生一

極間電弧且藉此產生至少一聲學脈衝。某些實施例中，施加至該複數個電極之電壓脈波係介於 500 伏特與 10,000 伏特(V)之間。某些實施例中，施加至該複數個電容器之電壓脈波係介於 500 伏特與 10,000 伏特之間。

【0033】 術語「連結」定義為連接，儘管並非必須直接地、且並非必須機械式地；二個「連結」物可相互成單一體。術語「一」定義為一個或更多，除非本案明確地需求以外。術語「大致」定義為大部份但並非必須完全為所指定者(且包含所指定者；譬如，大致 90 度包含 90 度，及大致平行包含平行)，如熟於本項技藝者了解者。在任何之揭露實施例中，術語「大致」、「近似」、及「大約」可由所指定之「[一百分比]內」替代，其中百分比包含百分之 0.1、1、5、及 10。在揭露之實施例中，術語「鄰接」一般定義為，位於同一分離容室、外殼、或模組中。

【0034】 術語「包括」(及其任何形式)、「具有」(及其任何形式)、「包含」(及其任何形式)、及「內含」(及其任何形式)皆為開放式連繫動詞。結果，一「包括」、「具有」、「包含」、或「內含」一個或更多元件之系統或裝置擁有該等一個或更多元件，但並非以擁有僅該等元件為限。同樣地，一「包括」、「具有」、「包含」、或「內含」一個或更多步驟之方法擁有該等一個或更多步驟，但並非以擁有僅該一個或更多步驟為限。

【0035】 更，依某一特定方式佈設之一結果(譬如，一裝置之一組件)係依至少該方式佈設，但其亦可依不同於特定描述之其他方式佈設。

【0036】 任何本系統、裝置、及方法之任何實施例皆可由任何所描述之步驟、元件、及/或特點組成或大體上組成–而非包括/包含/內含/具有任何所述步驟、元件、及/或特點。是以，在任何申請專利範圍中，術語「組成」或「大體上組成」可取代任何以上列舉之開放式連繫動詞，以改變原本使用開放式連繫動詞之特定申請專利範圍的範疇。

【0037】 與上述及其他實施例關聯之詳細內容將在以下提出。

【圖式簡單說明】

【0038】 以下圖式係經由範例作圖解而無限制之意。為了簡潔及清楚，一特定結構之每一特點並非恆在該結構出現之每一圖式中標記。完全相同之參考代碼並非必然指示一完全相同之結構。反而，相同參考代碼可用來指示一相似特點、或一具有相似功能之特點，如同非完全相同之參考代碼。圖式係依比例繪製(除非另有說明)，意指所描繪元件之尺寸在至少圖式所描繪之實施例中係彼此精確。

第 1 圖係圖示一出於先前技藝電動液壓系統之聲波的圖表。

第 2A 圖描繪一脈波產生系統之階段 1：極間鹽溶液加熱及初始汽化。

第 2B 圖描繪一脈波產生系統之階段 2：極間蒸汽離子化。

第 2C 圖描繪一脈波產生系統之階段 3：極間電弧形成。

第 2D 圖描繪一脈波產生系統之階段 4：極間強電弧。

第 3 圖描繪一用於本系統某些實施例中、或與該些實施例結合使用之電動液壓脈衝產生系統的一實施例概略示意圖。

第 4A 圖至第 4E 圖描繪一堆疊式電路板之一實施例的各類視圖，該堆疊式電路板包括複數個電容器。

第 5A 圖至第 5E 圖描繪一電容器陣列之一第二實施例的各類視圖，該電容器陣列固定至一對連結堆疊式電路板。

第 6A 圖至第 6D 圖描繪一電容器陣列及複數個連結組件之各類視圖，該電容器陣列固定至一對連結堆疊式電路板。

第 7A 圖至第 7C 圖描繪一電容器陣列之各類視圖，該電容器陣列固定至一對堆疊式電路板，與一脈衝產生室中之一對電極連結。

附件 A 及 B 描繪，相較於先前技藝系統，使用本裝置之一實施例所造成的減少電極損耗。

第 8 圖描繪一圖表，其圖示出來自一本裝置實施例之壓縮聲波、與來自一先前技藝裝置之聲波的比較。

第 9 圖描繪又一原型實施例之爆炸透視圖，其中本探針具有一火花頭或模組。

第 10A 圖及第 10B 圖描繪第 9 圖探針總成之部件。

第 11A 圖及第 11B 圖分別描繪第 9 圖探針之透視、與側剖視圖。

第 11C 圖描繪第 9 圖探針之一火花隙的放大側剖視圖。

【實施方式】

【0039】 本系統及裝置之某些特定實施例佈設成，產生高

頻脈衝同時具備改良電極壽命。某些實施例中，所產生之 EH 脈衝可用於醫學及/或醫美應用(譬如，當導引及/或傳送至病患之目標組織時)。可使用本系統之醫學及/或醫美應用揭露於：(1)美國專利申請案第 13/574,228 號，其公告為美國專利案第 2013/0046207 號；(2)美國專利申請案第 13/547,995 號，其公告為美國專利案第 2013/0018287 號；及(3)美國專利申請案第 13/789,710 號，其公告為美國專利案第 2014/0257144 號。

【0040】 一實施例中，該電動液壓脈衝產生裝置包括：一外殼，其界定一容室及一脈衝出口；一液體，設置於該容室中；複數個電極(譬如，在火花頭或模組中)，被佈設成設置於該容室中以界定一個或更多火花隙；及一脈波產生系統，佈設成以一 10Hz 到 5MHz 之速率施加電壓脈波至該等電極。該電壓脈波速率可為 25Hz、50Hz、75Hz、100Hz、150Hz、200Hz、250Hz、300Hz、400Hz、500Hz、600Hz、700Hz、800Hz、900Hz、1千赫(KHz)、5KHz、10KHz、25KHz、50KHz、100KHz、200KHz、300KHz、400KHz、500KHz、600KHz、700KHz、800KHz、900KHz、1MHz、2MHz、3MHz、及 4MHz 之速率。

A. 先前技藝系統

【0041】 現在請參考圖式，第 1 圖描繪一出於先前技藝電動液壓系統之典型脈波放電，其生成一寬頻譜聲波(典型地在 16Hz 到 30MHz 範圍中)。該聲波係由一大壓縮脈波 100 及隨後之一小張力波 102 組成。壓縮脈波 100 係由二部份：一陡升聲波前 104(亦稱作一脈衝前)及隨後之一長壓縮聲波尾 106 組成。陡升波前 104 在一奈秒時間標度上發生，而長壓縮聲波尾

106 在一微秒時間標度上發生。

【0042】 此類先前技藝電動液壓系統在二電極間引起一脈波放電事件，其以四階段發生：(1)極間鹽溶液加熱及初始汽化；(2)蒸汽離子化；(3)極間電弧形成；及(4)強電弧。

【0043】 第 2A 圖描繪先前技藝脈波放電事件之階段 1：極間鹽溶液加熱及初始汽化。在本脈波階段期間，一容室 200 充滿鹽溶液 202。接著，一脈波產生系統直接對電極 204、206 施加電壓，以生成一極間導電路徑 208。明確地，將電流 210 從某一電極 204 經由大量之鹽溶液 202 而導至另一電極 206。如此將導致鹽溶液 202 加熱，造成部份鹽溶液 202 在位於電極 204、206 表面尖端上之初始氣泡成核位置處汽化。由於鹽溶液之導電性隨溫度而增加，因此在本階段期間，電極電流將隨鹽溶液之溫度增高而上升。在本階段，鹽溶液加熱及初始汽化期間，無任何電極損害。電流係橫跨電極 204、206 表面尖端近似均勻地分布，且鹽溶液之溫度低(達近似 100℃)而同時總阻抗高(1%鹽溶液時近似 50 歐姆)。

【0044】 第 2B 圖描繪先前技藝脈波放電事件之階段 2：極間蒸汽離子化，其與第 2A 圖中描繪之階段 1 重疊。在本脈波階段期間，電流 210 主要仍從某一電極 204 經由大量之鹽溶液 202 而導至另一電極 206。鹽溶液 202 繼續從初始氣泡成核位置汽化與膨脹。一旦鹽溶液 202 汽化且其密度足夠低，則增加電子自由路徑將容許獲取足以進行碰撞離子化之能量，且形成雪崩電漿放電 212。如同階段 1，本階段期間發生可忽略之電極損害。離子化轟擊可造成透過濺鍍之電極材料移除，但速率

相較於脈波放電事件階段 3 及 4 者為極低。總阻抗高(1%鹽溶液時近似 50 歐姆)。

【0045】 第 2C 圖描繪先前技藝脈波放電事件之階段 3：極間電弧形成。在本脈波階段期間，多個事件幾乎同時發生。經由鹽溶液蒸汽電漿層放電，將使陰極與陽極斑點形成於該等電極之表面上。微小、強烈之電極材料噴射以及電子將供應一全弧 214 形成所需之導電材料。從該等陰極與陽極斑點散發之噴射開始連接且轉變至階段 4 之強電弧。當初始弧 214 造成快速且完全之鹽溶液汽化及電弧傳播時，跨越電極 204、206 之淨電流開始抑制。總阻抗開始從近似 50 歐姆降至 0.1 歐姆。

【0046】 第 2D 圖描繪先前技藝脈波放電事件之階段 4：極間強電弧。強電弧模態 216 非常明亮，且似乎覆蓋陽極及陰極，以及充滿電極間隙 218。陽極及陰極斑點皆出現，且連續地將電極材料噴射入間隙 218 中，而將進給材料供應至低阻抗電弧。藉先前技藝脈波產生系統生成之強電弧模態 216 的特徵在於，陽極及陰極處之嚴重腐蝕[1]。基於低總阻抗(近似 0.1 歐姆)，電弧電壓低且電流高。由於陽極斑點傾向較少且較強，而陰極斑點不致眾多且散佈，因此陽極腐蝕典型地較陰極腐蝕嚴重[1]。

【0047】 使用先前技藝電動液壓系統之電極 204、206 的嚴重腐蝕將限制此等系統中電極之壽命。由於許多電動液壓系統之應用需要使大量或快速率之脈波有效，因此產生此等聲波之先前技藝方法將使電極 204、206 之有限壽命降低，而這需要頻繁的電極更換、或使用一昂貴且複雜的電極給料器系統。基

於有限的電極壽命，此等需求已限制電動液壓系統之商業實用性。

B.改善的系統、組件、及方法

【0048】 本裝置及方法之某些特定實施例佈設成，電動液壓地產生脈衝，且同時提供改善之電極壽命。某些特定實施例利用二階段脈波放電法來產生脈衝，以達成改良之電極壽命。一些實施例中，在第一階段，該脈波產生系統佈設成，同時：(1)施加電壓脈波至一電極容室中之複數個電極，使內含於該容室中之一液體的一部份汽化，以提供一極間導電路徑；及(2)施加電壓脈波以對鄰接該複數個電極設置之複數個電容器充電。此類實施例中，在第二階段，該已充電之複數個電容器放電，以經由該已建立之極間導電路徑而產生短極間電弧，造成一聲學脈衝。一較短極間電弧可使電極腐蝕最小化，且因此達成改良電極壽命。

【0049】 在電動液壓脈衝產生中，需要高電容，以在該等電極處取得具有期望波形之所需峰值脈波電流。某些實施例中，靠近該等電極設置之大電容器，能夠提供該等電極為生成一短極間電弧所需之高電壓脈波。然而，使用為產生脈波脈衝所需之反覆大電壓與電流脈波放電，可對大電容器造成損害，如此又可導致脈衝產生器故障。推論此等先前技藝系統中所經受之電容器損害，附屬於導致機械故障之電容器板壓電效應。此問題可能對製作有望商業實現之具備可接受長度電極壽命的快速脈波脈衝產生器能力，造成限制。

【0050】 某些實施例中，鄰接該等電極(譬如在該等電極設

置所在之一手持式外殼中或上)配置之複數個並聯小電容器，可用於生成一短極間電弧。本實施例中，依一低電感形態鄰接電極配置之複數個並聯小電容器，能夠提供為產生快速脈波脈衝所需之反覆且快速大電壓與電流脈波放電，而不致對電容器造成損害。當用於複數個產生快速脈波脈衝之並聯小電容器內時，每一小電容器之材料的壓電效應將受限。結果，在此類實施例中，災難性電容器機械故障得以避免，藉此改善快速脈波脈衝產生器之商業化可行性。

【0051】 某些實施例中，複數個並聯小電容器可置於複數個堆疊式電路板中，以壓縮此等電容器所需面積。附帶地，置放該複數個小電容器於每一堆疊式電路板之對立側上，不僅進一步縮減此等電容器所需之表面面積，且亦減小因使用該複數個電容器所致之電感。

【0052】 第 3 圖描繪該揭露電動液壓裝置之一實施例的代表示意圖。在圖式顯示之實施例中，一脈波產生系統 300 藉一電纜 304 而與一頭部 302 連結。頭部 302 包含複數個電極 306 及複數個電容器 310(譬如，該等電極及電容器由一外殼支撐)，該等電極佈設成界定一個或更多火花隙 308。如以下所述者，該等電容器可譬如依一低電感形態佈設。在此類實施例中，該頭部 302 之外殼或本體界定一外殼且該外殼內設置該複數個電極 306(譬如，每一電極之一部份延伸入容室中)，及該複數個電容器 310 係藉該外殼支撐(及/或可設置於一容室 312 中)。容室 312 佈設成，充滿一液體。在圖式顯示之實施例中，脈波產生系統 300 包括一高壓電源供應器 314、一電容器 316、

一主開關 318、一電流探針 320、一電阻器 322、一電感器 324、及一電壓探針 326。高壓電源供應器 314 可譬如佈設成供應 3000 伏特(V)。脈波產生系統 300 佈設成，供應電壓脈波至該複數個電極 306，使得設置於容室 312 中之液體部份汽化，以提供一極間導電路徑。脈波產生系統 300 亦佈設成(譬如，同時)施加電壓至該容室 312 內之該複數個電容器 310。一旦充電後，該複數個電容器 310 可在已建立之極間導電路徑內放電，以生成一短極間放電電弧。此放電電弧將因此造成一脈衝之形成。

【0053】 某些實施例中，譬如第 4A 圖至第 4E 圖中顯示者，該複數個電容器 310 之至少一部份係在一堆疊式電路板 400 之頂側 408 與底側 406 二者上，依一圓形、低電感形態連結至堆疊式電路板 400。第 4A 圖描繪一堆疊式電路板 400 之實施例的底視圖，其具有與堆疊式電路板 400 之底側 406 連結的複數個電容器 310。在圖式顯示之實施例中，堆疊式電路板 400 呈圓形，其具有一外緣 402 及一中心孔口 404。圍繞中心孔口 404，堆疊式電路板 400 具有複數個額外孔口 410 及複數個銷 412。本實施例中，十四(14)個銷 412 連結至堆疊式電路板 400。其他實施例可包含有圍繞中心孔口 404 之 5、6、7、8、9、10、11、12、13、15、16、17、18、19、20 或更多銷 412。銷 412 可譬如為彈簧針銷，或佈設成至少暫時建立多個電路板之間電氣連接的其他連接器。附帶地，在圖式顯示之實施例中，堆疊式電路板 400 具有環繞其外緣 402 延展之複數個板對板連接器 414。連接器 414 配置成圖式所示之單列、或二列，且輔助堆

疊電路板 400 與其他電路板作電氣連結。連接器 414 可譬如佈設成，跨越-55℃到 125℃之溫度範圍操作。

【0054】 在圖式顯示之實施例中，電容器 310 係依一低電感形態與堆疊式電路板 400 連結。如圖式所示者，一電容器低電感形態可包括複數組電容器，每一組電容器皆包括複數個各別獨立之電容器。在該低電壓形態中，此等組電容器配置成，使得每一組與其他組互相並聯。依據一實施例，如第 4A 圖至第 4E 圖中顯示者，每一組電容器皆連結至堆疊式電路板 400，使得某一電容器在中心孔口 404 附近連結至板 400，及複數個其他電容器連結至板 400，使其彼此電氣連通且朝外緣 402 沿徑向延伸遠離中心孔口 404。來自該組之此部份電容器又佈設成，使其與處於該板對立側(或另一板，如第 6A 圖至第 6D 圖中顯示者)上的其他部份電容器電氣連通。此其他部份電容器係類似地佈設，使其從板 402 邊緣朝中心孔口 404 串聯延伸。依據所述實施例，電容器之總體架構係使多組電容器從中心孔口 404 朝外延伸至中心緣 402、繼續到該板對立側(或到另一板)、接著從板 402 邊緣朝中心孔口 404 向回延伸，其中每一組各具有總體複數個電容器之一部份。當如此地佈設時，電容器 310 可使電流從堆疊式電路板 400 外緣 402 朝中心孔口 404、或從堆疊式電路板 400 中心孔口 404 朝外緣 402 流動。已證明此類架構將導致跨整個電容器陣列之減小電感。例如，在某些此類實施例中，某些特定組電容器佈設成致使電流沿徑向朝內流動，及其他組電容器致使電流沿徑向朝外流動，造成電流「反向流」，其傾向將使用期間之電感抵消或其他者(譬如

透過破壞性干擾)。某些實施例中，部份電容器連結至每一複數個堆疊式電路板，其可包含 2、3、4、5、或更多各別獨立板。部份該複數個電容器可連結至任何該等堆疊式電路板之任一側–或二側。如圖式所示者，一堆疊式電路板 400 可呈圓形，且可具有一從外緣 402 朝該中心孔口向內延伸之切口 416。

【0055】 一實施例中，至少十(10)個並聯平面電容器能夠提供為產生快速脈波脈衝所需之反覆大電壓脈波放電而不致損害此等電容器，其中每一電容器各具有一不大於 100 奈法拉(nF)之電容。在其他實施例中，可並聯使用一最少 15、20、25、30、35、40、45、或 50 個平面電容器。附帶地，依據其他實施例，每一電容器可具有一最大 95nF、90nF、85nF、80nF、75nF、70nF、65nF、60nF、55nF、或 50nF 之電容。一實施例中，每一此等電容器各具有一介於 2 公釐到 4 公釐之間的長度、及一介於 1 公釐到 3 公釐之間的寬度。

【0056】 在該等電容器配置為成組電容器之實施例中，複數個電容器可配置為 2 到 20 組之電容器，各組係並聯連接(譬如，且每一組內之電容器係串聯連接)。另一選擇，該複數個電容器可包括 2、5、10、或 15 組電容器。某些實施例中，每一組電容器各包括少於 50 個電容器，但可另一選擇地包括每組 5、10、15、20、25、30、35、40、或 45 個電容器。某些實施例中，該複數個電容器包括至少 100 個電容器。某些實施例中，該複數個電容器配置於一電路中，該電路具有一 2nH 到 200nH 之間的總電感。

【0057】 第 5A 圖至第 5E 圖描繪本堆疊式電路板總成之一

實施例的透視、剖視、上視、及側視圖，此等總成包含一電容器陣列而用於脈衝脈波產生裝置中。第 5A 圖描繪本堆疊式電路板總成之一實施例的透視圖；第 5B 圖描繪該總成之另一透視圖；第 5C 圖描繪該總成之一側剖視圖；第 5D 圖描繪該總成之一上視圖；第 5E 圖描繪該總成之一側視圖。如圖式所示者，在本總成中，電路板 400 係透過複數個連接器 414 而連結至第二堆疊式電路板 500，使得電路板 400 之電容器 310 透過連接器(414)而電氣連接至第二堆疊式電路板 500。電路板 400 亦透過一中心轂總成 502 而與電路板 500 機械連結。依據本實施例，電路板 500 提供從中心銷至最外列電容器 310 之低電感回程路徑。

【0058】 第 6A 圖至第 6D 圖描繪用於快速醫療脈衝產生裝置及方法之本電容器陣列另一實施例的透視、剖視、及爆炸透視圖。第 6A 圖描繪該電容器陣列之一透視圖；第 6B 圖描繪該電容器陣列之一第二透視圖；第 6C 圖描繪該電容器陣列之一剖視圖；及第 6D 圖描繪該電容器陣列之一爆炸視圖。本實施例中，該複數個電容器 310 置於一第一堆疊式電路板 400 及一第二堆疊式電路板 500 上，鄰接複數個電極，其中該複數個小電容器 310 依一低電感形態置於每一堆疊式電路板 400、500 之對立側上。電路板 400、500 二者透過板對板連接器 414 而彼此電氣連結，且透過一中心機械總成 502 而彼此機械連結。

【0059】 在圖式顯示之實施例中，將該複數個電容器 310 定位於該等電極附近，使電弧能夠完全地且迅速地放電。一旦該容室頭內之電容器 310(如第 3 圖中描繪之實施例所圖示者)

放電，極間電弧將終止，使電極腐蝕最小化。

【0060】 某些實施例中，改良電極壽命係起因於該等電極附近之該複數個電容器 310 放電。將該複數個電容器 310 依一低電感形態定位於該等電極附近，可提供電容器/電極組合一總低電感。結果，該容室內之該複數個電容器 310 能夠完全地且迅速地放電。

【0061】 如圖式所示者，中心機械總成 502 包括一接觸環 600、一環配接器 602、一間隔件 604、一置換銷插座 606、一中心銷 608、及複數個螺帽 610。環配接器 602 可具有複數個齒 612，其佈設成被插入第二堆疊式電路板 500 之孔口內，使得齒 612 防止第二堆疊式電路板 500 與環配接器 602 獨立無關地旋轉。

【0062】 在圖式顯示之實施例中，該等電容器可佈設成，致使電流從第二堆疊式電路板 500 之中心朝其外緣流動，經由板對板連接器 414 而至第一堆疊式電路板 400 之外緣，且由此而至第一堆疊式電路板 400 之中心。每一堆疊式電路板 400、500 可具有一介於 0.02 與 0.2 英吋之間的厚度。另一選擇為，板 400、500 可具有介於 0.03 與 0.125 英吋之間、或介於 0.04 與 0.1 英吋之間的厚度。

【0063】 第 7A 圖至第 7C 圖描繪所揭露之電容器陣列連結脈衝產生室的一實施例剖視與側視圖。依據第 7A 圖中顯示之實施例，電容器陣列 700 連結至複數個電極，該等電極包括一近端電極 702 及一遠端電極 704。本實施例中，近端電極 702 與遠端電極 704 二者設置於一容室 706 中，該容室佈設成充滿

液體。在至少一實施例中，容室 706 佈設成充滿鹽溶液。在又一實施例中，容室 706 充滿鹽溶液。電極 702、704 佈設成具有一介於該等者之間的短間隙，該間隙界定一放電位置 708。與連結電極 702、704 及容室 706 連同一起之電容器陣列 700 佈設成，實施二階段放電法產生脈衝。在第一階段中，該脈波產生系統佈設成，同時：(1)施加電壓脈波至電極容室 706 中之複數個電極 702、704，使得容室 706 內含之一液體的一部份汽化，以提供一放電位置 708 中之極間導電路徑；及(2)施加電壓脈波以對電容器陣列 700 中鄰接該複數個電極 702、704 定位之複數個電容器充電。依據本實施例，在第二階段中，該已充電複數個電容器放電，以經由放電位置 708 中之該已建立極間導電路徑產生短極間電弧，造成一聲學脈衝。

【0064】 某些實施例中，使用二階段脈波放電法產生脈衝，將造成一使電極腐蝕最小化之短極間電弧時間，達成改良之電極壽命。使用單階段脈波放電法之電動液壓系統(譬如，其中脈波產生系統直接施加電壓脈波至該等電極以連續地形成該極間導電路徑、及因此產生該極間電弧)經歷長放電電弧時間、及因此顯著之電極腐蝕。此顯著電極腐蝕將導致一電動液壓脈衝裝置具有短電極壽命、增加維修所需之時間及費用。

【0065】 例如，附件 A 及 B 係描繪，比較一先前技藝系統所使用之電極、與一實現所揭露系統之電極的照片。附件 A 描繪，結合一先前技藝中使用單階段法之脈波式電源供應器運轉的一電極實施例。對比地，附件 B 描繪，結合此中揭露之二階段脈波式產生系統實施例運轉的一電極。比較附件 A 及 B 可

看出，使用先前技藝脈波式電源供應器之電極運轉(附件 A)顯示，在小於 100 個脈波後之顯著腐蝕。大陷口暗示，因該單階段先前技藝系統所致之持久的嚴重電弧持續時間，造成之巨大電極熔體。對比於實現先前技藝系統之電極，結合該二階段脈波產生系統之電極運轉(附件 B)展現，在 6,200 個脈波後僅有極微小腐蝕。與實現先前技藝系統者相較時，實現該二階段系統之電極具有一 15 倍之損耗率減少。例如，在相等之脈波率下，與一先前技藝脈波產生系統連結之附件 A 中所描繪電極，顯現一近似每分鐘 3,750 微英吋之損耗率，而與本發明複數個二階段脈波產生法其中之一(包含一脈波產生系統、及一外殼支撐電容器陣列)連結的附件 B 中所描繪電極，則顯現一僅每分鐘 250 微英吋之損耗率。

【0066】 附帶地，依據一實施例，使用此中揭露之二階段法的電動液壓脈衝產生裝置及方法，將產生較先前技藝系統所產生之波者「壓縮」的聲波。第 8 圖描繪一圖表，其圖示出一藉先前技藝系統產生之聲波 900、及一藉已提出之二階段法產生的聲波 902 二者，經過一段時間之壓力。可由第 8 圖看出，與先前技藝系統相較，該二階段法產生之聲波具有一較先前技藝方法者陡升之聲波前 904。更重要地，長聲波尾 906 因快速電容器放電時間而顯著地壓縮至一已建立極間導電路徑中。最後，當與先前技藝方法相較時，該二階段法將較多能量加入聲學脈波中，且將較少總能量加入電弧中。將較少總能量加入電弧中，可直接達成改良之電極壽命。

【0067】 更，當第 8 圖中描繪之壓縮聲波施加至組織時，

疼痛及傷害將較小。先前技藝電動液壓系統之典型脈波放電生成一寬頻譜聲波，其典型地在 16Hz 到 30MHz 之範圍中。聲波之長壓縮尾 906 係由該聲波之較低頻譜構成。在典型使用之聲波壓力下的此等低頻率部分係大空化氣泡之主要根源。當在組織中產生此等大空化氣泡時，將造成疼痛及組織損傷。基於短電容器放電及結果之快速電弧，聲波之長壓縮尾 906 將壓縮。結果，附屬於一長尾部之大空化氣泡將最小化。

【0068】 一實施例中，本脈衝產生系統及裝置納入第 9 圖至第 11C 圖所描繪之探針中。本實施例中，探針 1000 包括：一外殼 1002，其界定一容室 1004 及一脈衝出口 1006；一液體，設置於容室 1004 中；複數個電極 306(譬如，在火花頭或模組 1008 中)，被佈設成設置於該容室中以界定一個或更多火花隙；及該探針佈設成連結至一脈波產生系統(300)，該系統佈設成以一 10Hz 到 5MHz 之速率施加電壓脈波至該等電極。

【0069】 在圖式顯示之實施例中，火花頭 1008 包含一側壁或本體 1010、及界定一火花隙之複數個電極 306。本實施例中，探針 1000 佈設成，允許液體經由液體連接器或通口 1012 及 1014 而循環通過容室 1004，該等液體連接器或通口其中之一係與火花頭 1008 連結，且其中另一個係與外殼 1002 連結，如圖式所示。本實施例中，外殼 1002 佈設成收容火花頭 1008，如圖式所示，使得外殼 1002 與外殼 1010 協同界定容室 1004(譬如，火花頭 1008 與外殼 1002 包含相配合之互補拋物線表面以界定該容室)。本實施例中，外殼 1002 及火花頭 1008 包含一通道 1016(譬如，沿火花頭 1008 之一中心縱軸)，其延伸於液

體連接器 1012 與容室 1004 之間且與該等電極 306 之間的火花隙對正，使循環水將極接近及/或通過該火花隙流動。在圖式顯示之實施例中，外殼 1002 包含一延伸於液體連接器 1014 與容室 1004 之間的通道 1018。本實施例中，外殼 1010 包含一溝槽 1020，該溝槽佈設成收容一彈性墊片或 O 型環 1022 以密封火花頭 1008 與外殼 1002 之間的介面，且外殼 1002 包含一溝槽 1024，該溝槽佈設成收容一彈性墊片或 O 型環 1026，以當藉一環 1030 及一制動軸環 1032 緊固一帽蓋構件 1028 至外殼 1002 時，密封外殼 1002 與帽蓋構件 1028 之間的介面。

【0070】 在圖式顯示之實施例中，每一電極 306 各包含一平坦桿部 1034、及與桿部 1034 電氣連通(譬如，成單一體)之一垂直圓柱形部 1036(譬如，包括鎢以持久耐用)，使得圓柱形部 1036 可延伸通過火花頭 1008 中之一對應開口 1038 而進入容室 1004 中，如圖式所示。某些實施例中，部份之圓柱形部 1036 側邊可藉一電氣絕緣及/或彈性材料(譬如，收縮膠膜)覆蓋，以譬如密封圓柱形部 1036 與外殼 1010 之間的介面。本實施例中，外殼 1010 亦包含複數個縱向溝槽 1038，被佈設成收容電極 306 之桿部 1034。在圖式顯示之實施例中，外殼 1002 亦包含複數個固定螺釘 1040，此等固定螺釘定位成，當火花頭 1008 設置於外殼 1002 中時，與電極 306 之圓柱形部 1036 對正，使得固定螺釘 1040 可被鎖緊以朝內推壓圓柱形部 1036，來調整該等電極 306 圓柱形部之間的火花隙。某些實施例中，火花頭 1008 恆黏附至外殼 1002；然而，在其他實施例中，可從外殼 1002 移除火花頭 1008，以譬如允許電極 306 各別獨立

地更換或部份更新、或更換火花頭 1008。

【0071】 以上之詳細說明及範例提供一結構說明及示範實施例之使用。儘管以上已依某種程度之特殊性、或者參照一個或更多各別獨立之實施例來說明某些特定實施例，然熟於本項技藝者可對揭露之實施例實施眾多變更而不致脫離本發明之範疇。如此，並非意欲將本裝置之各個解說實施例限制於所揭露之特定形式。反而，此等實施例包含申請專利範圍之範疇內的所有修飾及變更，且除已顯示者外之實施例可包含所描繪實施例之某些或所有特點。例如，數個組件可結合為單一結構。又，適當時，任何所描述範例之構想皆可與任何其他所述範例之構想結合，以形成出具有類似或不同特性、且應付相同或不同問題之進一步範例。相似地，上述之利益及優點可與某一實施例相關、或可與數個實施例相關。

【0072】 申請專利範圍並非意欲包含、且不應被理解為包含裝置加功能或步驟加功能限定用語，除非此類限定用語明確陳述於分別使用「裝置用以」或「步驟用以」(數個)措辭之特定申請專利範圍中以外。

參考文獻

【0073】 以下參考文獻，當其對此中所提出者提供程序上、或其他細節上之示範性增補時，則特別地藉參考方式併入本案中。

[1] Raymond L. Boxrnan, Philip J. Martin, David Sanders (1995). Handbook of Vacuum Arc Science and Technology: Fundamentals and Applications, Park Ridge, NJ: Noyes

Publications, pp. 316-319

[2] V. Ya. Ushakov, et al. (2007). Impulse Breakdown of Liquids, New York, NY: Springer

[3] Schmitz C, et al. Treatment of chronic plantar fasciopathy with extracorporeal shock waves (review). Journal of Orthopaedic Surgery and Research 2013 8:31

[4] U.S. Patent No. 8,672,721 entitled “High power discharge fuel igniter” by L. Camilli

[5] U.S. Patent No. 5,245,988 entitled “Preparing a circuit for the production of shockwaves” by W. Einars, et al.

[6] U.S. Patent No. 4,005,314 entitled “Short pulse generator” by M. Zinn

[7] German Patent No. DE 3150430 C1 entitled “Circuit for generating an underwater discharge” by G. Heine, et al.

[8] U.S. Patent No. 3,604,641 entitled “Apparatus for hydraulic crushing” by B.R. Donoghue, et al.

【符號說明】

【0074】

100:壓縮脈波

102:小張力波

104:陡升聲波前

106:長壓縮聲波尾

200:容室

202:鹽溶液

204:電極

206:電極

208:極間導電路徑

210:電流

212:雪崩電漿放電

214:弧

216:強電弧模態

218:電極間隙

300:脈波產生系統

302:頭部

304:電纜

306:電極

308:火花隙

310:電容器

312:容室

314:高壓電源供應器

316:電容器

318:主開關

320:電流探針

322:電阻器

324:電感器

326:電壓探針

400: (第一)堆疊式電路板

402:外緣

404:中心孔口

406:底側

408:頂側

410:額外孔口

412:銷

414:板對板連接器

416:切口

500:第二堆疊式電路板

502:中心轂總成(中心機械總成)

600:接觸環

602:環配接器

604:間隔件

606:置換銷插座

608:中心銷

610:螺帽

612:齒

700:電容器陣列

702:近端電極

704:遠端電極

706:容室

708:放電位置

900:聲波

902:聲波

904:聲波前

906:長聲波尾

1000:探針

1002:外殼

1004:容室

1006:脈衝出口

1008:火花頭或模組

1010:側壁或本體(外殼)

1012:液體連接器或通口

1014:液體連接器或通口

1016:通道

1018:通道

1020:溝槽

1022:彈性墊片或O型環

1024:溝槽

1026:彈性墊片或O型環

1028:帽蓋構件

1030:環

1032:制動軸環

1034:平坦桿部

1036:垂直圓柱形部

1038:對應開口

1040:固定螺釘

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種用於產生醫療脈衝之電容器陣列裝置，包括：

一個或更多堆疊式電路板；以及

複數個電容器，連結至該一個或更多堆疊式電路板且佈設成與一或多個電極連通以引起一脈衝；

其中：

該複數個電容器配置成複數個電容器組，每一該電容器組包括二個或更多串聯連接的電容器且與該複數個電容器組中至少一個其他電容器組並聯連接；以及

每一該電容器具有一不大於100nF之電容。

【請求項2】如請求項1之用於產生醫療脈衝之電容器陣列裝置，其中，該複數個電容器配置於一電路中，該電路具有一2nH到200nH之間的總電感。

【請求項3】如請求項1之用於產生醫療脈衝之電容器陣列裝置，其中，該複數個電容器組中的每一該電容器組具有至少5個串聯的電容器。

【請求項4】如請求項3之用於產生醫療脈衝之電容器陣列裝置，其中，該複數個電容器組的數量介於係3到20之間。

【請求項5】如請求項4之用於產生醫療脈衝之電容器陣列裝置，其中，該複數個電容器依一圓形形態配置。

【請求項6】 如請求項1之用於產生醫療脈衝之電容器陣列裝置，其中，該複數個電容器組之一第一電容器組與一第二電容器組配置在該一個或更多堆疊式電路板，使得該第一電容器組與該第二電容器組減少破換性干擾以減少在該複數個電容器的電感。

【請求項7】 如請求項6之用於產生醫療脈衝之電容器陣列裝置，其中，該第一電容器組經配置使一電流在一第一方向流動。

【請求項8】 如請求項7之用於產生醫療脈衝之電容器陣列裝置，其中，該第二電容器組經配置使一電流在一第二方向流動，該第二方向相反於該第一方向。

【請求項9】 如請求項1之用於產生醫療脈衝之電容器陣列裝置，其中：

該複數個電容器組之一第一電容器組設置在該一個或更多堆疊式電路板的一第一表面；以及

該複數個電容器組之一第二電容器組設置在該一個或更多堆疊式電路板的一第二表面。

【請求項10】 如請求項9之用於產生醫療脈衝之電容器陣列裝置，其中，該第一表面與該第二表面在一第一堆疊式電路板的多個對立側。

【請求項11】 一種產生醫療脈衝之裝置，包括：

一火花頭，經設置以接收來自一脈波產生系統之多個電壓脈波，該火花頭包括：

一外殼，界定一容室及一脈衝出口；

複數個電極，設置於該容室中以定義一火花隙；

一個或更多堆疊式電路板；以及

複數個電容器，連結至該一個或更多堆疊式電路板且該外殼支撐，該數個電容器與該複數個電極電氣連通

其中：

該複數個電容器配置成複數個電容器組，每一該電容器組包括二個或更多串聯連接的電容器且與該複數個電容器組中至少一個其他電容器組並聯連接。

【請求項12】如請求項11之產生醫療脈衝之裝置，其中：

該複數個電極包括一近端電極以及一遠端電極，該近端電極具有設置在該容室內的一第一端以及具有一第二端；以及

該近端電極的該第二端與該複數個電容器組的一第一電容器組位於平行於該一個或更多堆疊式電路板的一水平面。

【請求項13】如請求項11之產生醫療脈衝之裝置，更包括一中心轂總成，經配置以耦接該一個或更多堆疊式電路板，該中心轂總成經配置耦接該複數個電極中至少一者。

【請求項14】如請求項13之產生醫療脈衝之裝置，其中：

該複數個電極包括一近端電極以及一遠端電極，該近端電極具有設置在該容室內的一第一端以及具有一第二端；以及

該中心轂總成定義一通道，該通道經配置以接收該近端電極的該第二端。

【請求項15】如請求項11之產生醫療脈衝之裝置，其中，該一個或更多電路板包括一第一堆疊式電路板、及連結至該第一堆疊式電路板之一第二堆疊式電路板。

【請求項16】如請求項15之產生醫療脈衝之裝置，其中：

該複數個電容器組之一第一電容器組設置在該第一堆疊式電路板的一第一表面；以及

該複數個電容器組之一第二電容器組設置在該第一堆疊式電路板的一第二表面。

【請求項17】如請求項16之產生醫療脈衝之裝置，其中：

該複數個電容器組之一第三電容器組設置在該第二堆疊式電路板的一第一表面；以及

該複數個電容器組之一第四電容器組設置在該第二堆疊式電路板的一第二表面。

【請求項18】如請求項15之產生醫療脈衝之裝置，其中：

該複數個電容器組之一第一電容器組設置在該第一堆疊式電路板的一第一表面；以及

該複數個電容器組之一第二電容器組設置在該第二堆疊式電路板的一第一表面。

【請求項19】如請求項15之產生醫療脈衝之裝置，其中，該第一堆疊式電路板與該第二堆疊式電路板透過複數個板連

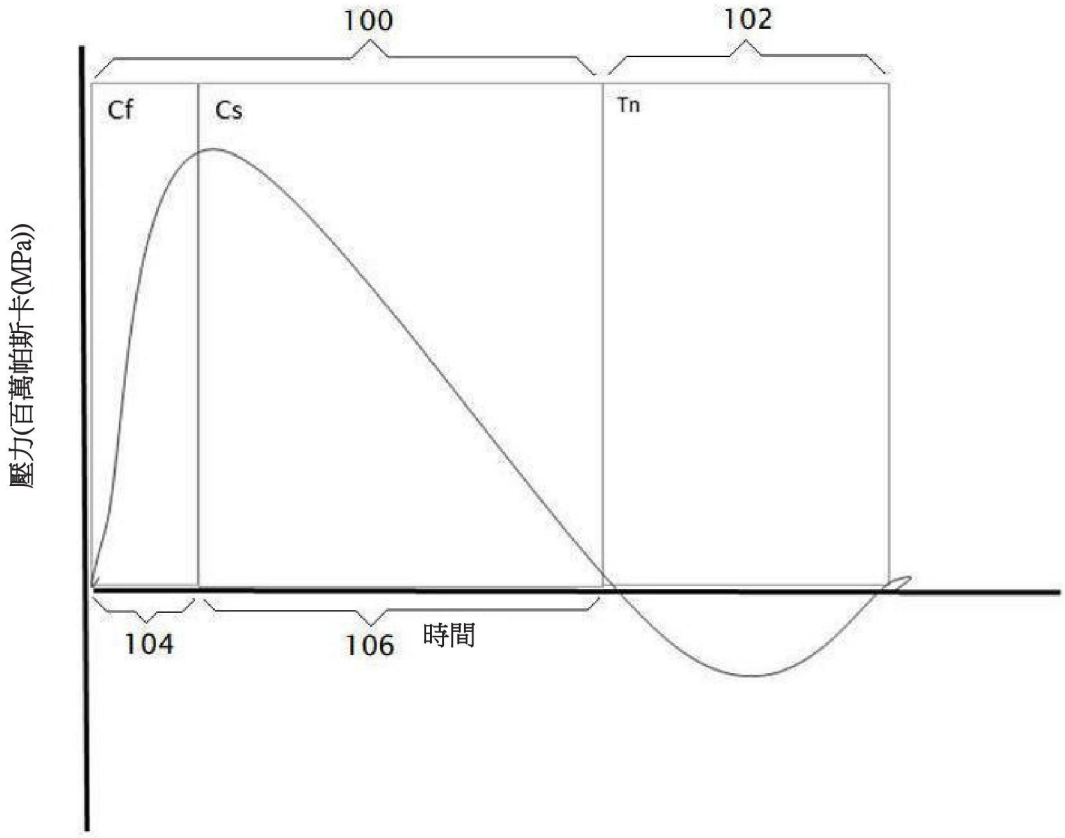
接器耦接在一起，每一該板連接器自該第一堆疊式電路板的一外緣延伸至該第二堆疊式電路板的一外緣。

【請求項20】如請求項15之產生醫療脈衝之裝置，其中：

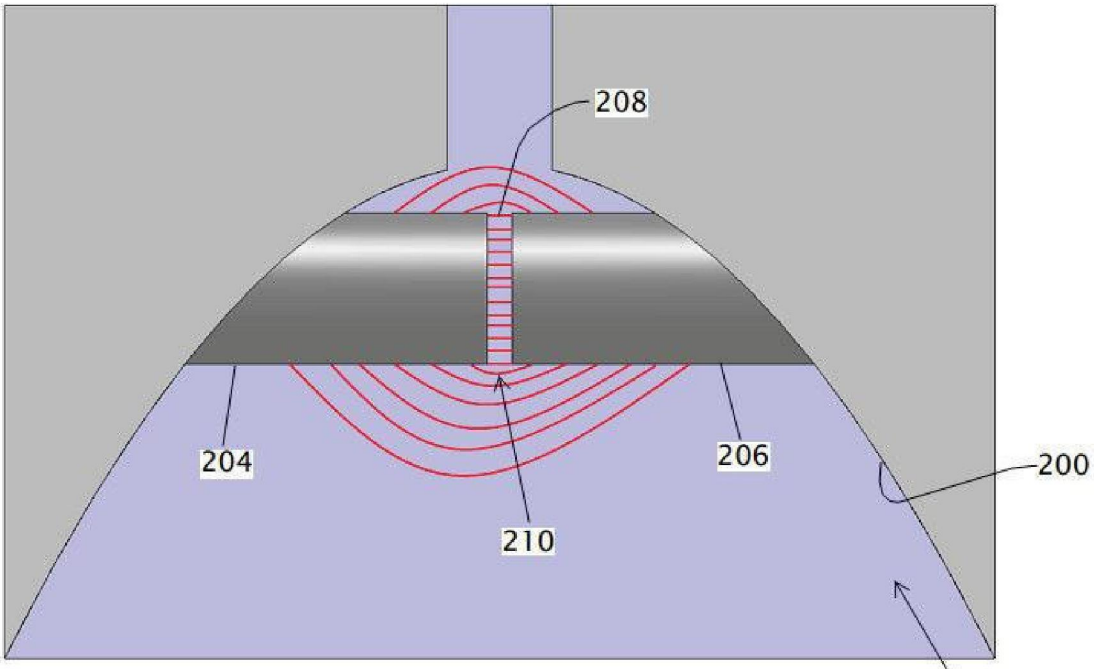
該複數個電容器依一圓形形態配置在該第一堆疊式電路板與該第二堆疊式電路板；以及

該複數個電容器配置於一電路中，該電路具有一2nH到200nH之間的總電感。

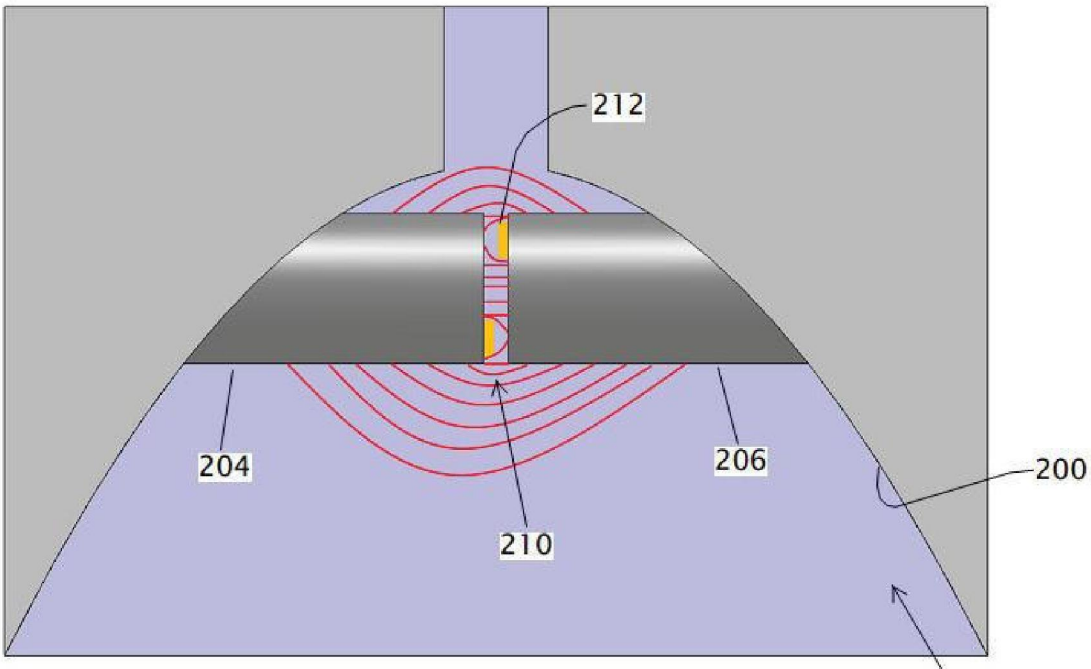
【發明圖式】



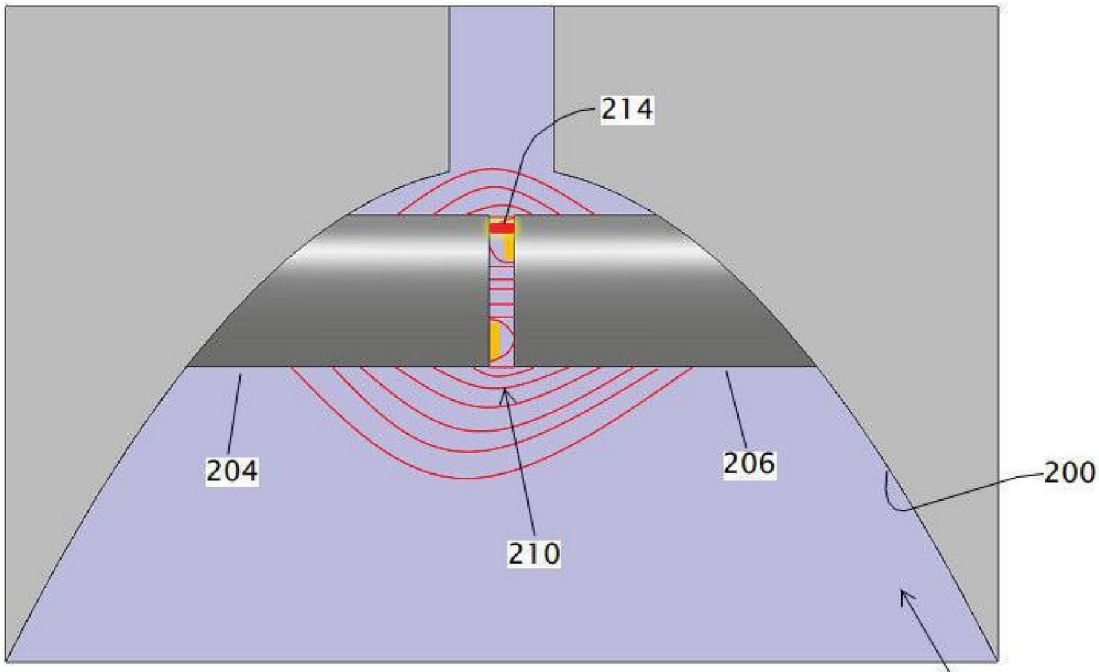
第 1 圖



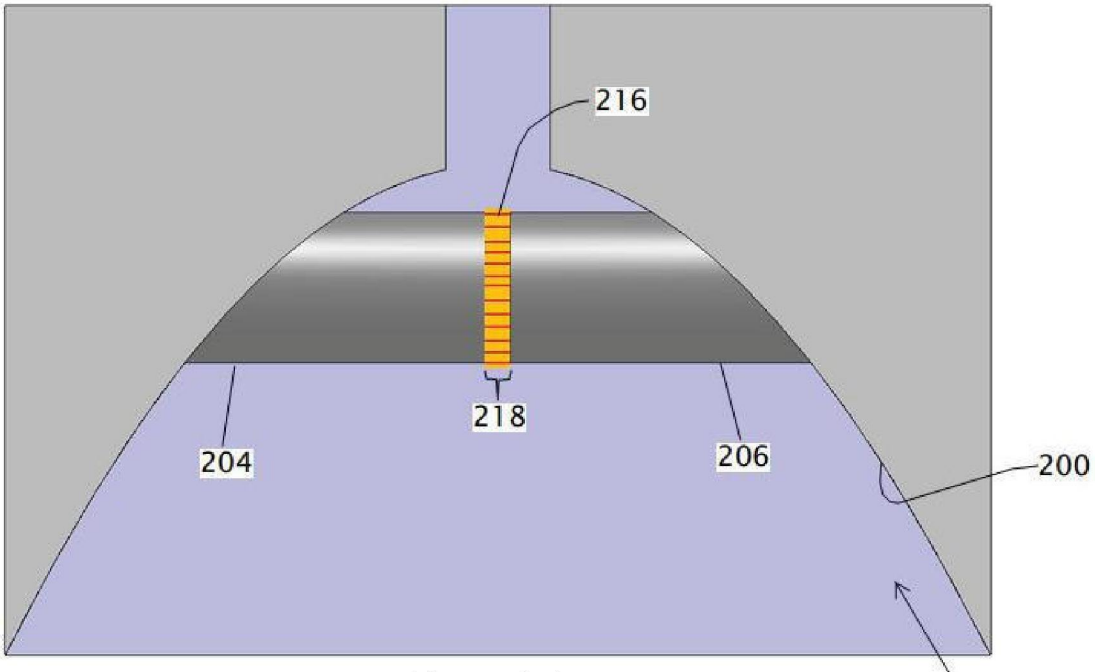
第 2A 圖



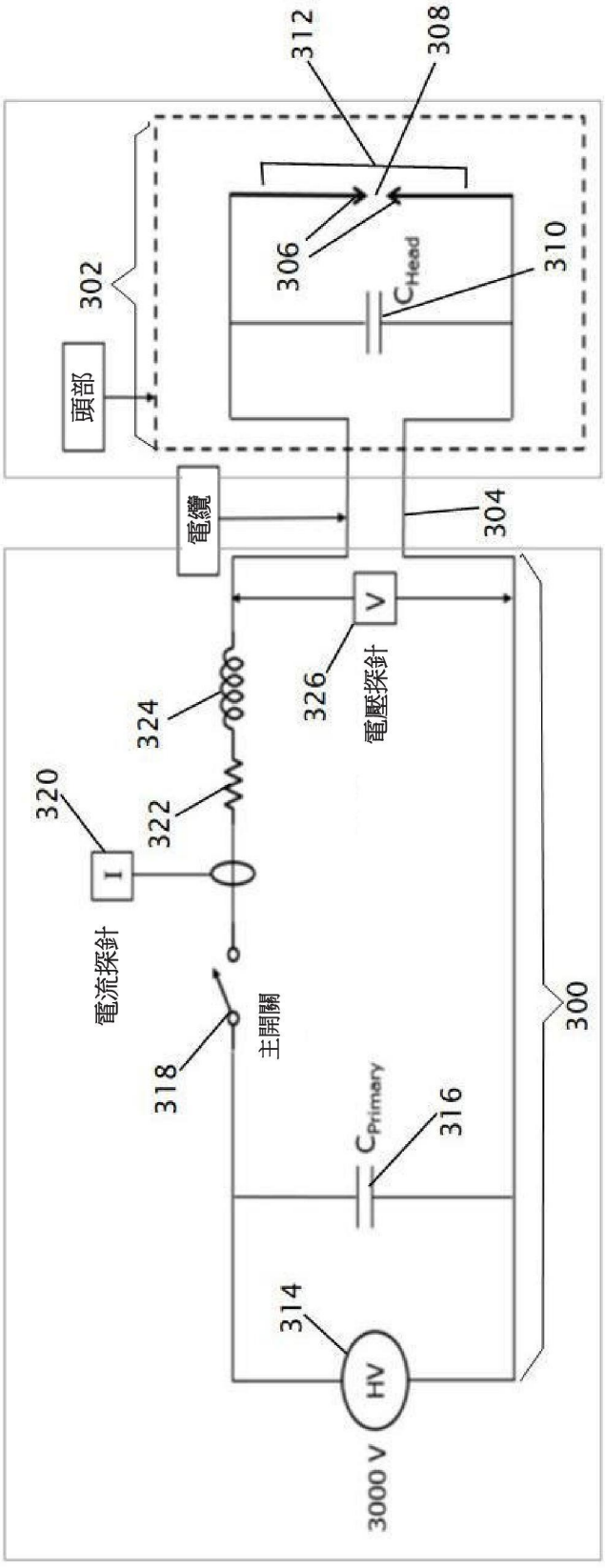
第 2B 圖



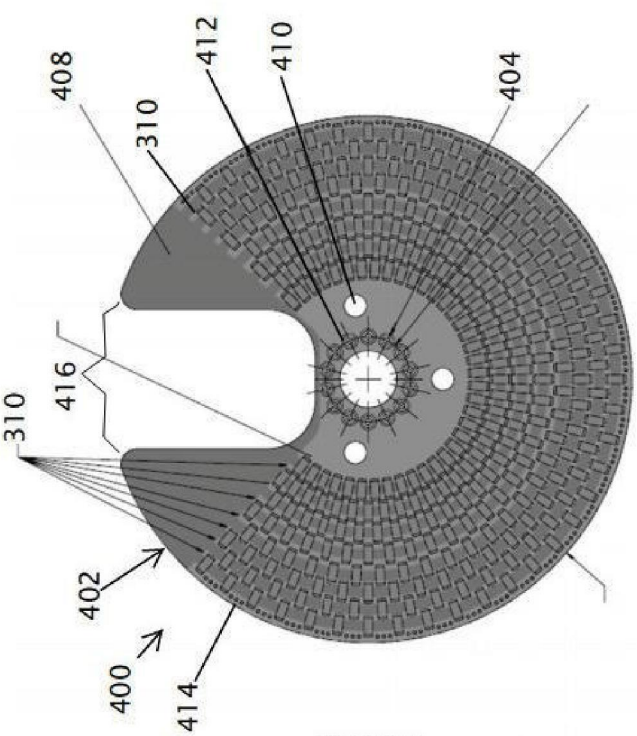
第 2C 圖



第 2D 圖


312
308
306
310
C_{Head}
302
頭部
電纜
304
V
326
電壓探針
324
322
320
I
電流探針
主開關
318
$C_{Primary}$
316
300
314
HV
3000 V

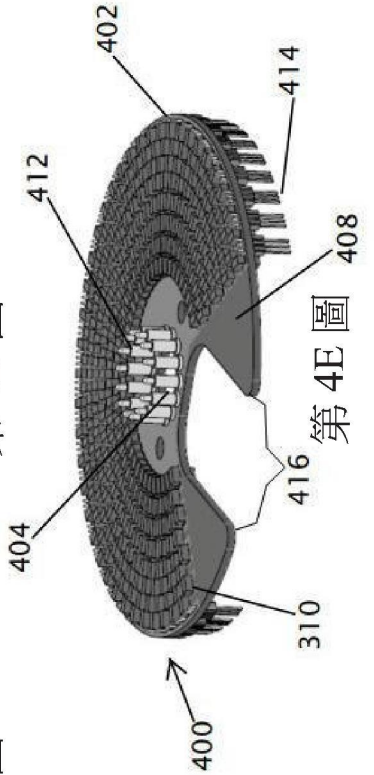
第 3 圖



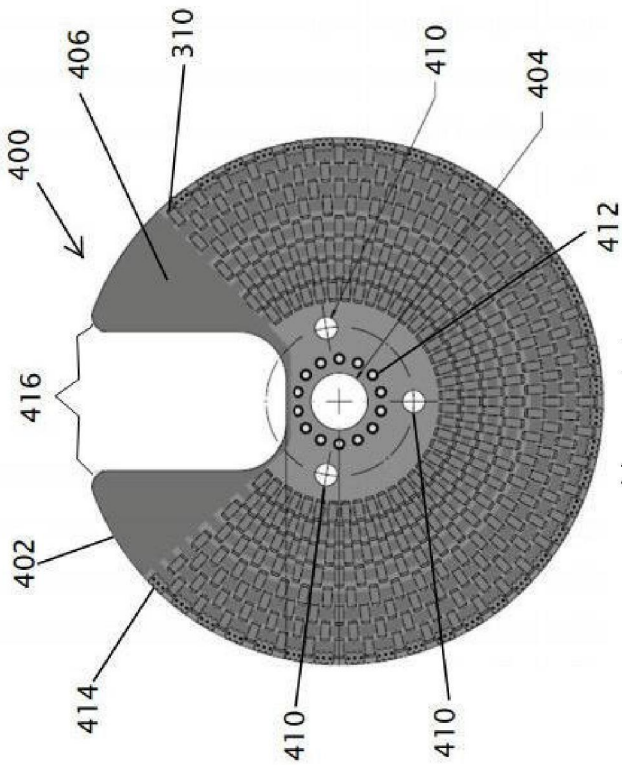
第 4D 圖



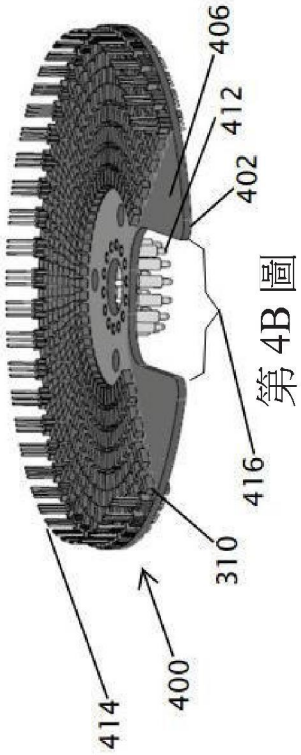
第 4C 圖



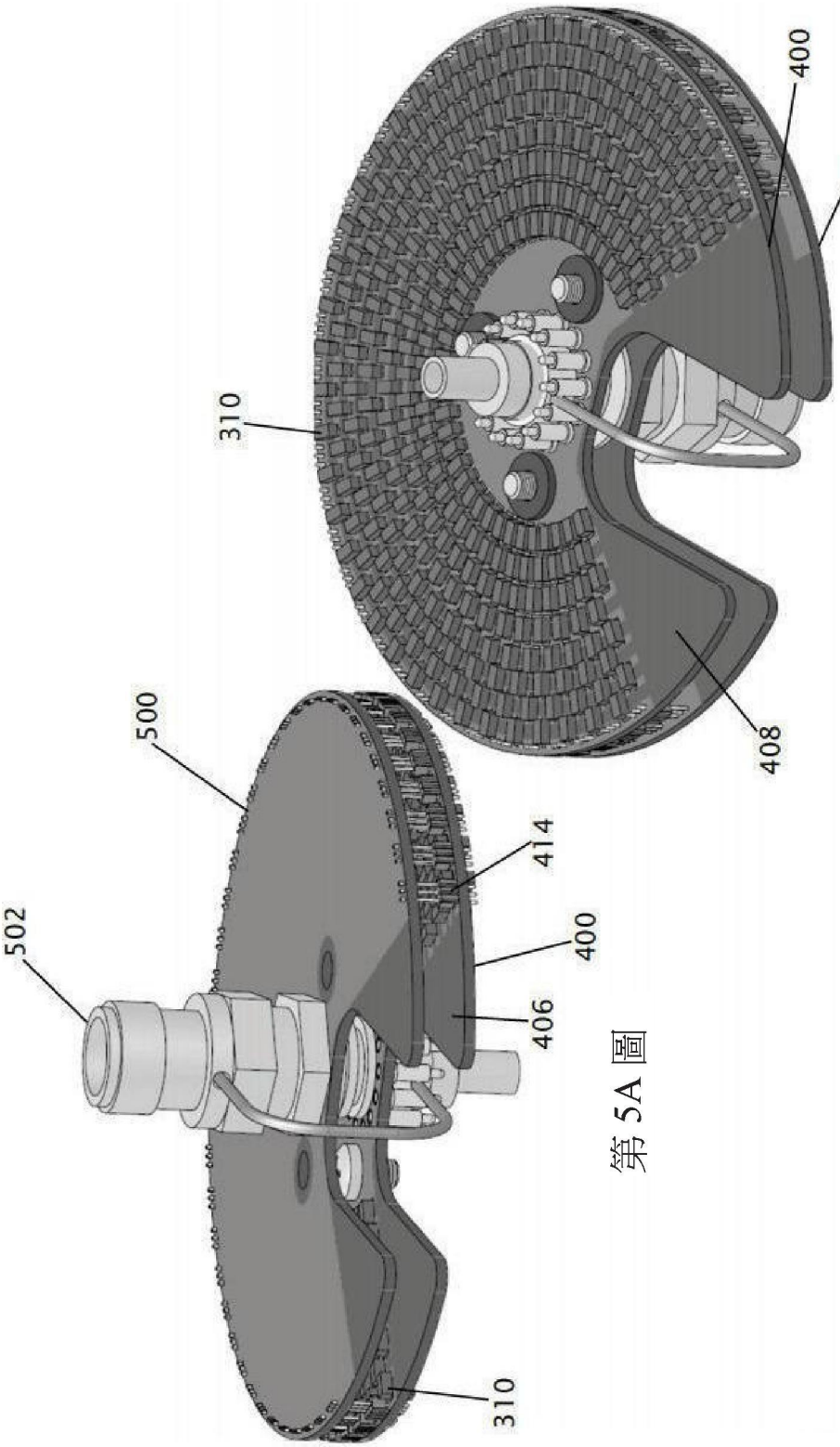
第 4E 圖



第 4A 圖

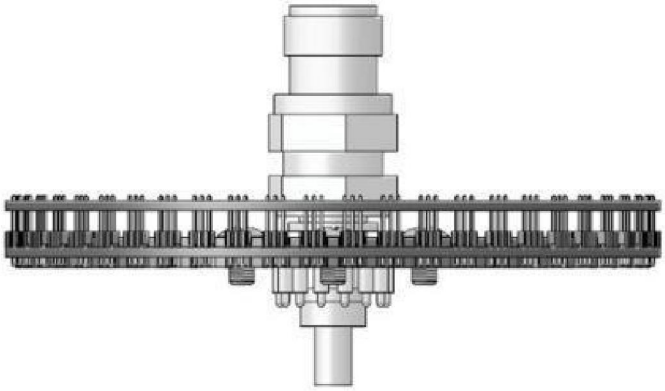


第 4B 圖

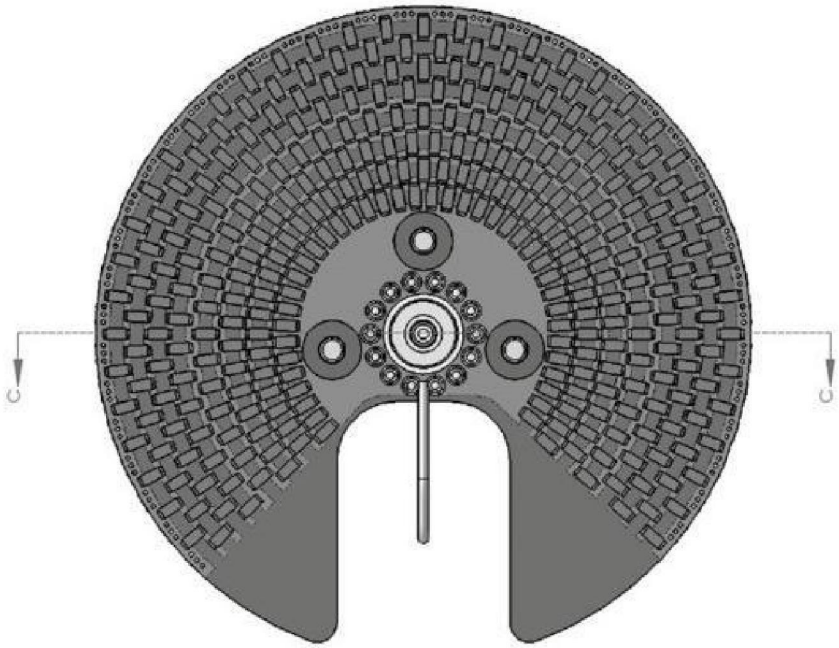


第 5B 圖

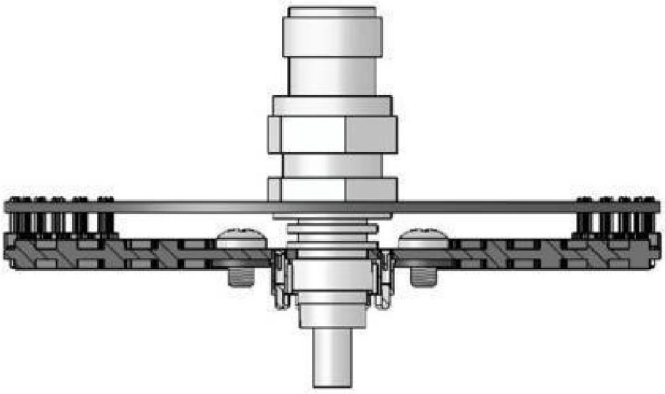
第 5A 圖



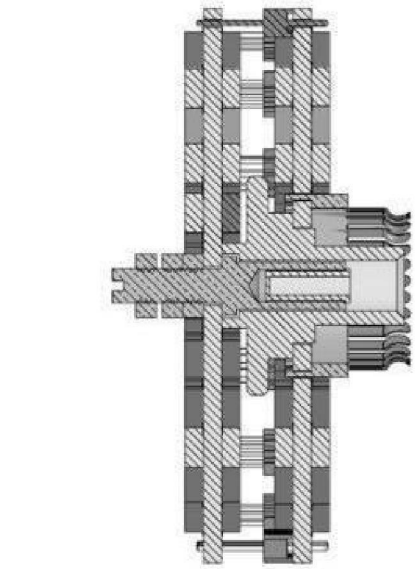
第 5E 圖



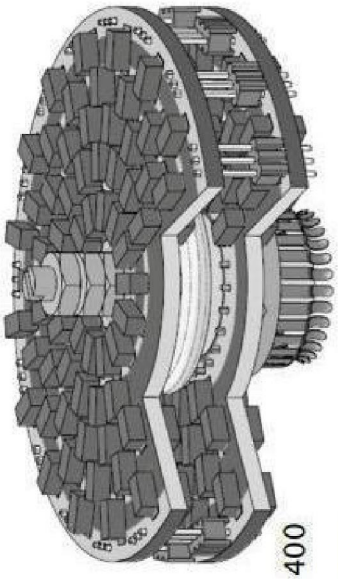
第 5D 圖



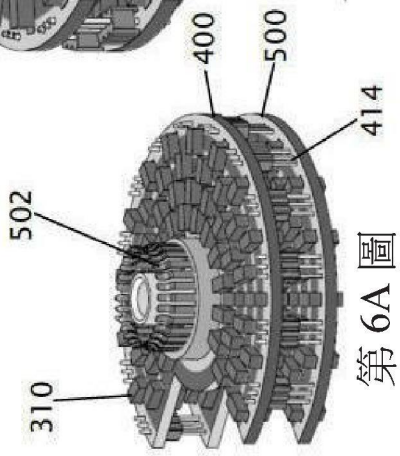
第 5C 圖



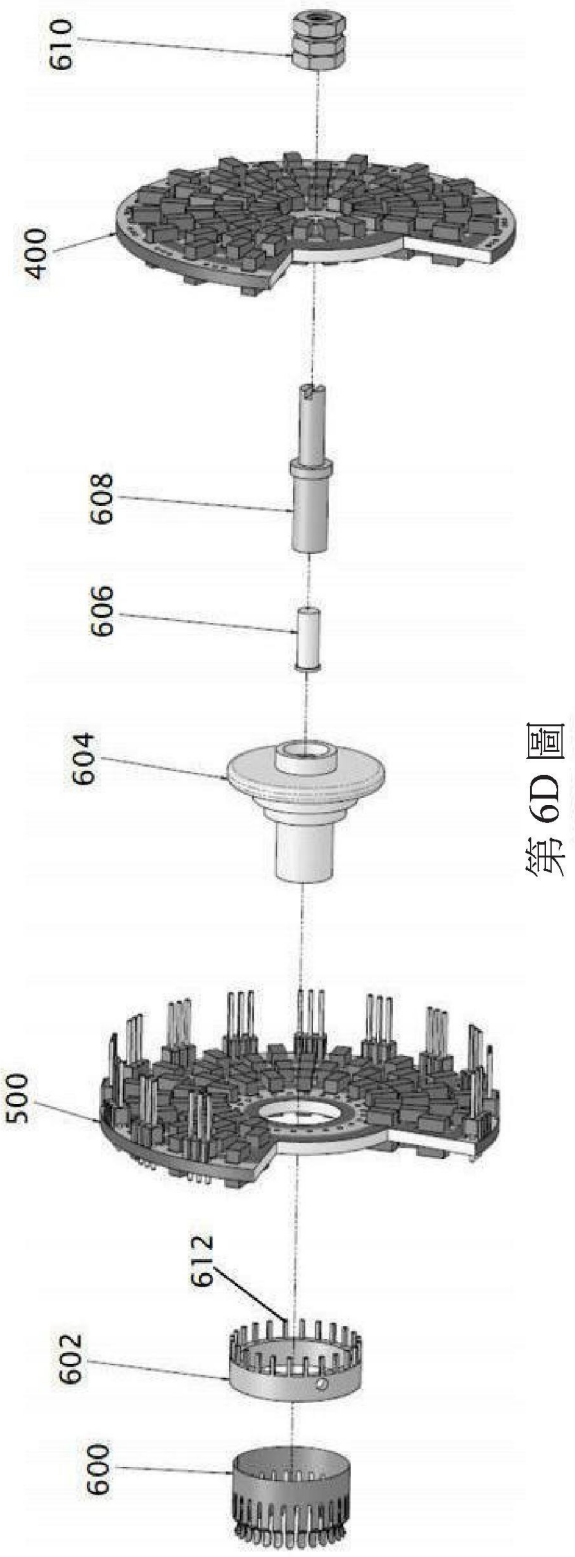
第 6C 圖



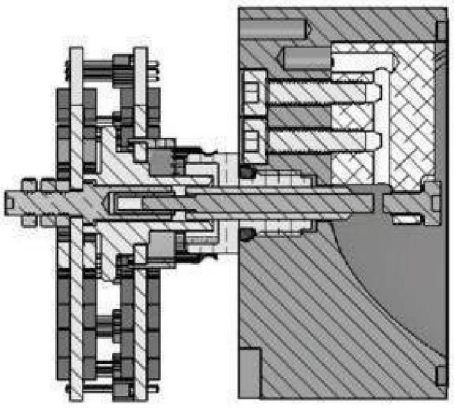
第 6B 圖



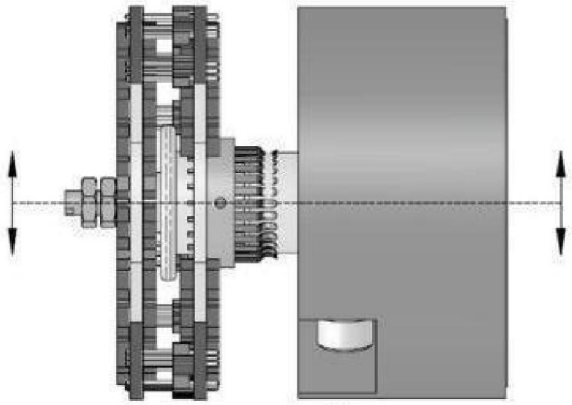
第 6A 圖



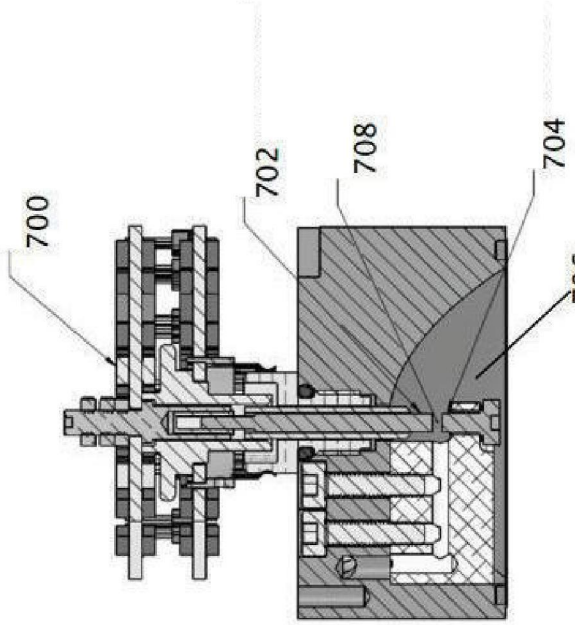
第 6D 圖



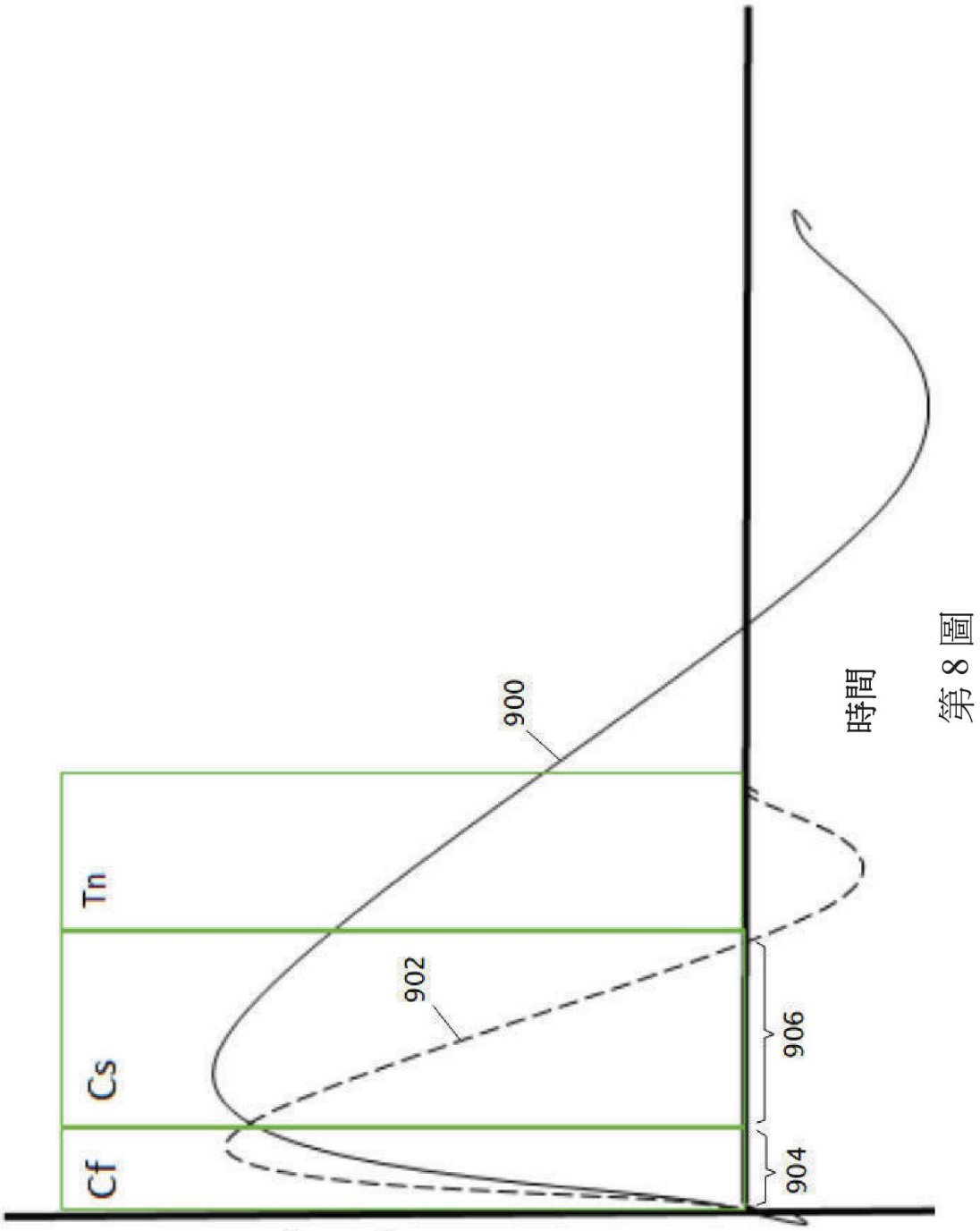
第 7C 圖



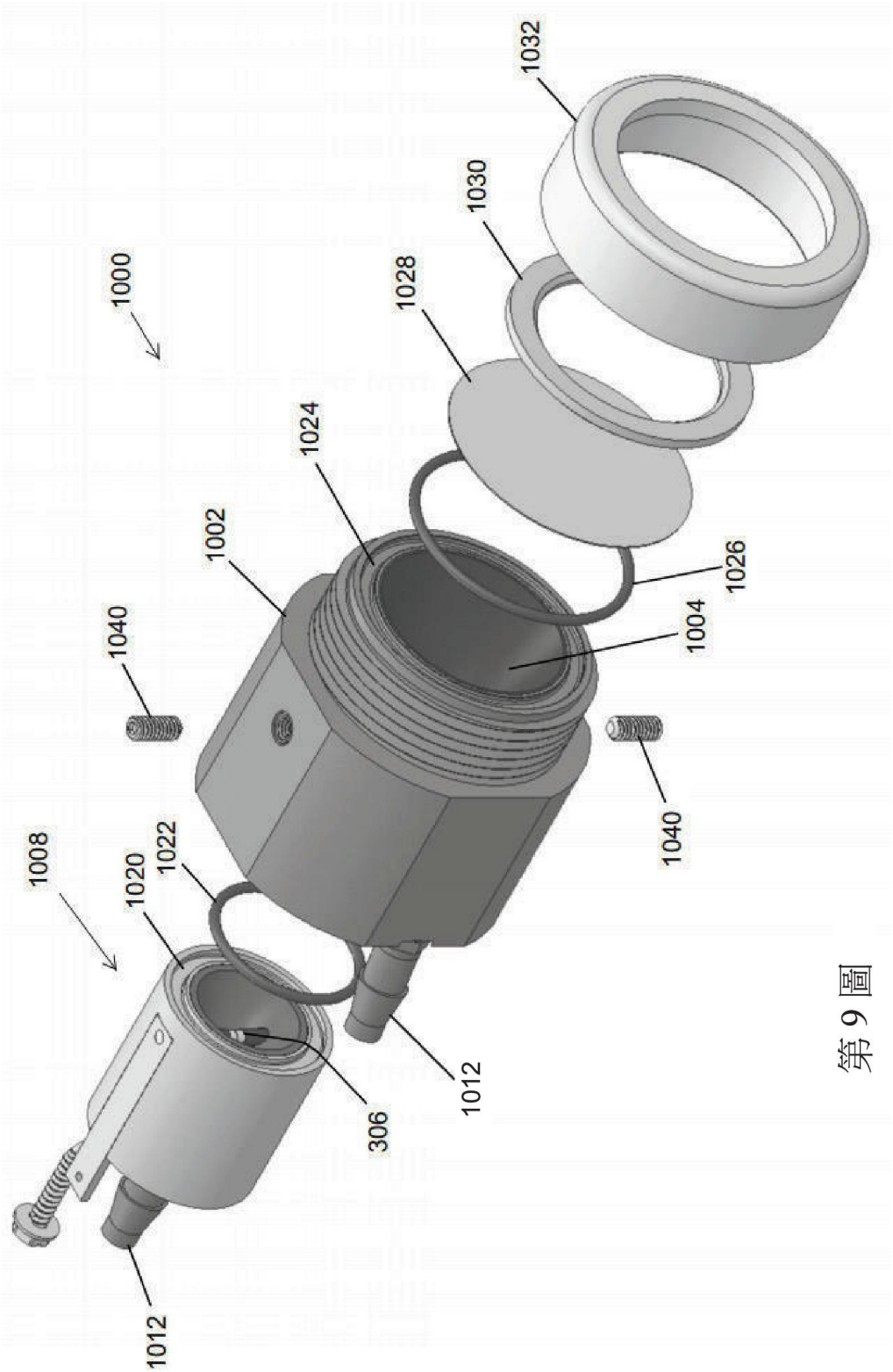
第 7B 圖



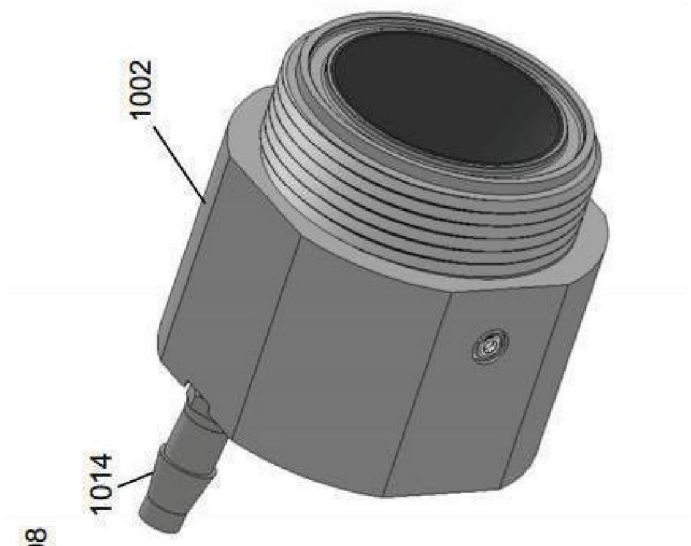
第 7A 圖



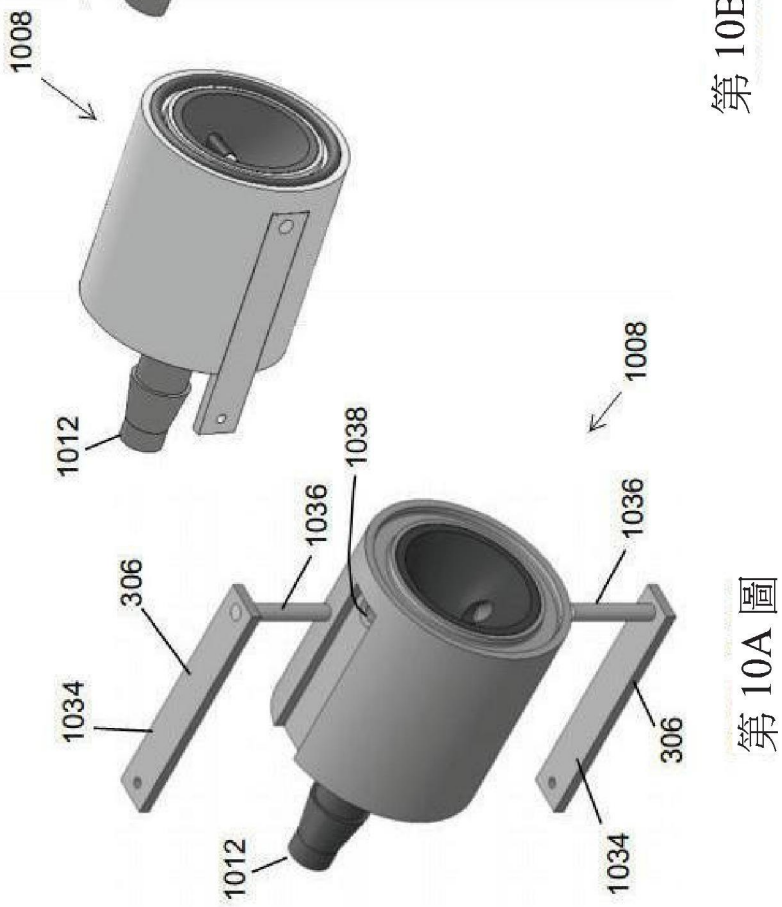
第 8 圖


1032
1030
1028
1000
1024
1002
1026
1040
1004
1040
1008
1020
1022
1012
306
1012

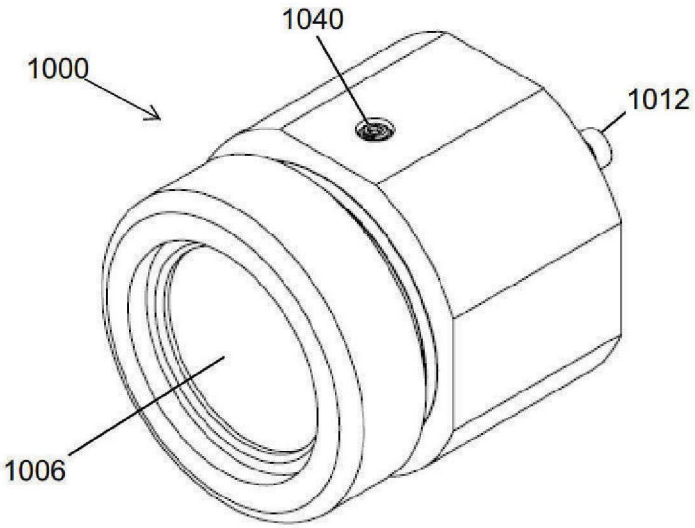
第 9 圖


1002
1014

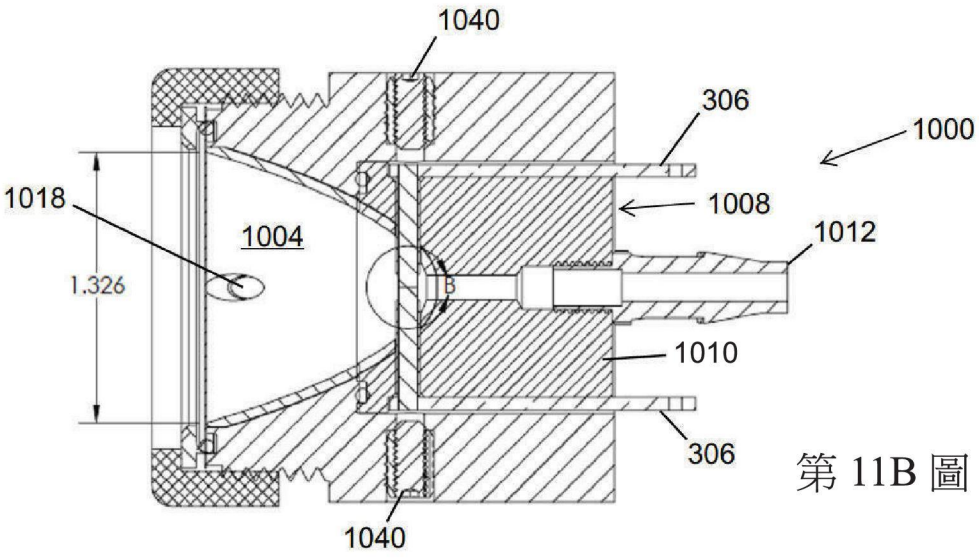
第 10B 圖


1008
1012
1008
1038
1036
1036
306
1034
306
1012
1034

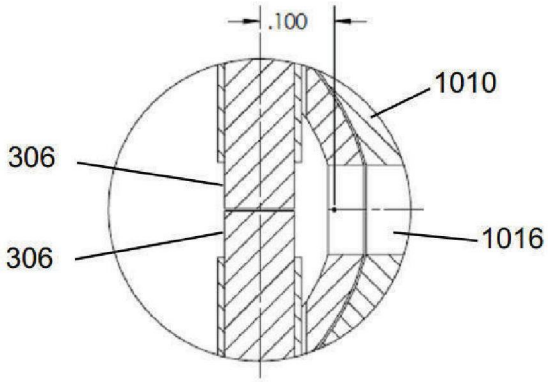
第 10A 圖



第 11A 圖



第 11B 圖



第 11C 圖