



(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 I658475 B

(45)公告日：中華民國 108 (2019) 年 05 月 01 日

(21)申請案號：106132602

(22)申請日：中華民國 106 (2017) 年 09 月 22 日

(51)Int. Cl. : **H01F17/00 (2006.01)**

(30)優先權：2016/10/31 日本

2016-213314

(71)申請人：日商江口高周波股份有限公司(日本) EGUCHI HIGH FREQUENCY CO., LTD.
(JP)

日本

日商新日鐵住金股份有限公司(日本) NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL
CORPORATION (JP)

日本

(72)發明人：鶴崎一也 TSURUSAKI, KAZUYA (JP)；江口洋平 EGUCHI, YOHEI (JP)；真弓康
弘 MAYUMI, YASUHIRO (JP)

(74)代理人：劉法正；尹重君

(56)參考文獻：

TW 201519268A

CN 105185548A

JP 58-147107A

審查人員：劉守禮

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：19 共 82 頁

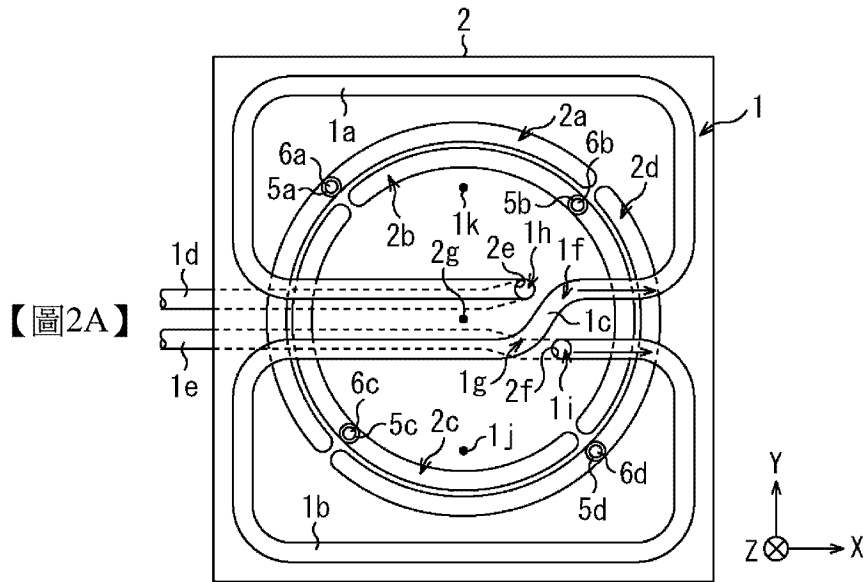
(54)名稱

電抗器

(57)摘要

本發明是於第 1 支持構件形成環狀的移動孔，並且於第 2 支持構件形成孔。在支架及螺栓插入移動孔及孔的狀態下，沿著移動孔轉動第 1 線圈。使用支架、螺栓及螺帽固定第 1 線圈及第 2 線圈，以使第 1 線圈及第 2 線圈的線圈面平行。

指定代表圖：



【圖2A】

符號簡單說明：

- 1 . . . 第 1 線圈
- 1a . . . 第 1 旋繞部
- 1b . . . 第 2 旋繞部
- 1c . . . 第 1 連接部
- 1d . . . 第 1 拉出部
- 1e . . . 第 2 拉出部
- 1f . . . 第 1 旋繞部的第 1 端
- 1g . . . 第 2 旋繞部的第 1 端
- 1h . . . 第 1 旋繞部的第 2 端
- 1i . . . 第 2 旋繞部的第 2 端
- 1j . . . 第 2 旋繞部的中心
- 1k . . . 第 1 旋繞部的中心
- 2 . . . 第 1 支持構件
- 2a~2d . . . 移動孔
- 2e、2f . . . 孔
- 2g . . . 第 1 支持構件的中心
- 5a~5d . . . 支架
- 6a~6d . . . 螺栓

座與下固定板的距離大於鐵芯塊的間隙。

【0008】於專利文獻3，關於配置於基板的高頻電子電路的技術，揭示了一種變更2個線圈間的相對位置，來調整電感L的技術。具體而言，專利文獻3所記載的技術使用2個同一形狀的線圈。藉由變更該等2個線圈的間隙，或以線圈端部為軸心而使2個線圈轉動或開合，來變更線圈的旋轉角度或開合角度。

【0009】於專利文獻4，揭示一種使用藉由變更配置於印刷基板的2個電感器重疊的面積或相互距離，來使電感變化之技術，以實現小型變壓器的手段。

【0010】於專利文獻5，揭示一種藉由切換集成在半導體晶片的2個電感器的串聯/並聯連接，來擴大振盪器的頻率範圍的手段。

於專利文獻6，揭示以減低共振器間的EM(電磁)的方式，來決定於半導體晶片展開的2個電感器的形狀或位置。

又，於專利文獻5、6，揭示以8字狀的電感器或四葉苜蓿葉狀的電感器，來構成2個電感器。

先行技術文獻

【0011】專利文獻

專利文獻1：日本特開2014-45110號公報

專利文獻2：日本專利第5649231號公報

專利文獻3：日本特開昭58-147107號公報

專利文獻4：日本特開2014-212198號公報

專利文獻5：日本專利第5154419號公報

專利文獻6：日本特表2007-526642號公報

【發明內容】

【0012】發明概要

發明欲解決之課題

於共振電路，根據電路的共振頻率，預先設定有需要的電感。設置於共振電路的電抗器的電感，是以對於該共振電路預先設定的數值作為目標而設計、製造。

然而，製造電抗器時，是捲繞銅管、導體來構成線圈。又，製造具有鐵芯的電抗器時，例如於鐵芯與鐵芯之間，插入由非磁性體所組成的間隙材料。對於插入有該間隙材料的鐵芯，是經過安裝線圈之組裝作業來製造電抗器。因此，製造・組裝後的電抗器所實現的電感值會與設計值產生相當大的差距。

【0013】空芯的電抗器的電感會因捲繞線圈的直徑・捲繞半徑(等效半徑)・捲繞次數・全長、及電抗器周圍的磁阻隔狀況等而變化。

又，具有鐵芯的電抗器的電感除了這類影響空芯電抗器的電感的因素以外，亦受到鐵芯與鐵芯之間間隙的影響。進而言之，具有鐵芯的電抗器的電感亦因施加於線圈的頻率、電壓及電流而變化。

【0014】於專利文獻1、2所記載的技術，電抗器的電感是固定的。因此，必須如下調整電抗器的電感。首先，製造・暫時組裝電抗器。接著，將規格上要求的頻率、電壓及電流施加於製造・暫時組裝的電抗器，並測定製造・

暫時組裝的電抗器的電感。一般而言，構造上大型的高頻大電流的電抗器的電感，很少能以一次的製造・暫時組裝就落在規格上要求的電感的範圍內。電抗器的電感不落在規格上要求的電感的範圍內時，應拆解電抗器，並調整電抗器以使電感的測定值與目標值的偏離最小化，並在調整電抗器之下，再次測定電感。

【0015】具體而言，若欲在空芯的電抗器增大電感，可採取縮短全體的線圈長，或增加線圈的捲繞次數等手段。又，若欲在具有鐵芯的電抗器增大電感，可採取縮小鐵芯與鐵芯之間間隙，或增加線圈的捲繞次數等手段。若欲使電感變小，則採取與用以增大電感的前述手段相反的手段。

【0016】又，前述製造・暫時組裝後的電抗器的電感調整需要時間。視情況有時會重複製造・暫時組裝電抗器數次，來調整電抗器的電感。該情況下，電抗器的電感調整需要甚多時間。

【0017】又，若決定了某電路所需的電感值，則設計・製造具有該電感的電抗器。即使是與該電路相同頻率及電流的電路，對於電感不同的電路，仍須另外設計・製造具有該電路所需電感的電抗器。如此，必須每次或就電感的各階段，設計・製造・調整符合電感要求規格的電抗器。

例如即使同為電流的規格值1000[A]，頻率的規格值20[kHz]的電抗器，只要電感是不同的規格值，則必須針

對各不同的規格值，就每1台來設計・製造・調整電抗器。

【0018】因此，專利文獻3、4所記載的技術是關於使電感可變的電抗器的技術。然而，專利文獻3所記載的技術是關於在印刷基板上使用的高頻電子電路的技術。因此，不易於該高頻電子電路流通大電流。又，專利文獻4所記載的技術亦以IC內部中所使用的螺旋型電感器作為前提。因此，不易於該IC流通大電流。又，專利文獻3、4所記載的技術電感的調整範圍均有限。

【0019】又，專利文獻5、6所記載的技術是關於在處理微小電流的半導體晶片製造的電感器的技術。進而言之，於專利文獻5、6所記載的技術，製造電感器後無法調整電感。因此，在電感器的設計階段或製造後必須變更電感時，只得耗費時間及成本。

【0020】本發明是有鑑於以上問題點而完成，目的在於提供一種電抗器，可容易地對於各式各樣的規格，廣範圍地變更電感。

【0021】用以解決課題之手段

本發明的電抗器之作為電路的常數的電感為可變，該電抗器特徵在於：具有：第1線圈，具有第1旋繞部、第2旋繞部、及第1連接部；第2線圈，具有第3旋繞部、第4旋繞部、及第2連接部；第1支持構件，支持前述第1線圈；第2支持構件，支持前述第2線圈；及保持構件，保持前述第1線圈及前述第2線圈，前述第1旋繞部、前述第2旋繞部、前述第3旋繞部、及前述第4旋繞部是分別以圍住其內

側區域的方式旋繞的部分，前述第1連接部是將前述第1旋繞部的一端與前述第2旋繞部的一端相互連接的部分，前述第2連接部是將前述第3旋繞部的一端與前述第4旋繞部的一端相互連接的部分，前述第1線圈與前述第2線圈為串聯或並聯連接，前述第1旋繞部與前述第2旋繞部位於同一面，前述第3旋繞部與前述第4旋繞部位於同一面，前述第1旋繞部及前述第2旋繞部、與前述第3旋繞部及前述第4旋繞部保有間隔且以平行狀態配置，前述第1線圈與前述第2線圈之雙方或一方，會進行轉動及平行移動之雙方或一方，其中前述轉動是以前述第1線圈及前述第2線圈的軸作為轉動軸而轉動，前述平行移動是往垂直於前述軸的方向平行移動，前述軸是通過前述第1旋繞部的中心及前述第2旋繞部的中心的中間位置、與前述第3旋繞部的中心及前述第4旋繞部的中心的中間位置的軸，前述保持構件是由1個或複數個構件所構成，前述1個或複數個構件是用以進行前述第1旋繞部及前述第2旋繞部、與前述第3旋繞部及前述第4旋繞部保有間隔且呈平行，並使進行前述轉動及前述平行移動之雙方或一方的前述第1線圈及前述第2線圈不動作。

【圖式簡單說明】

【0022】圖1是表示第1實施形態的電抗器構成一例的圖。

圖2A是表示第1實施形態的第1線圈及第1支持構件的構成一例的圖。

圖2B是表示第1實施形態的第2線圈及第2支持構件的構成一例的圖。

圖3A是將某狀態的第1線圈、與從該狀態轉動 180° 後的狀態的第1線圈重疊表示的圖。

圖3B是將某狀態的第2線圈、與從該狀態轉動 180° 後的狀態的第2線圈重疊表示的圖。

圖4是表示第1實施形態的第1線圈及第2線圈的位置關係一例的圖。

圖5A是將第1實施形態的第1線圈及第2線圈所產生的磁通的方向的第1例，與第1線圈及第2線圈的電路記號一同表示的圖。

圖5B是將第1實施形態的第1線圈及第2線圈所產生的磁通的方向的第2例，與第1線圈及第2線圈的電路記號一同表示的圖。

圖6A是將第1實施形態的第1線圈及第2線圈所產生的磁通的第1例，與配置於電抗器的狀態的第1線圈及第2線圈一同表示的圖。

圖6B是將第1實施形態的第1線圈及第2線圈所產生的磁通的第2例，與配置於電抗器的狀態的第1線圈及第2線圈一同表示的圖。

圖7是說明第1實施形態的第1線圈及第2線圈的位置關係的調整方法一例的圖。

圖8A是表示第1實施形態的移動孔的變形例的圖。

圖8B是說明第1實施形態的第1線圈及第2線圈的位置

關係的調整方法變形例的圖。

圖9是表示第1實施形態的電抗器的變形例的圖。

圖10A是表示第1實施形態的第1線圈及第1支持構件的構成的第1變形例的圖。

圖10B是表示第1實施形態的第2線圈及第2支持構件的構成的第1變形例的圖。

圖11A是表示第1實施形態的第1線圈及第1支持構件的構成的第2變形例的圖。

圖11B是表示第1實施形態的第2線圈及第2支持構件的構成的第2變形例的圖。

圖12A是表示第2實施形態的第1線圈及第1支持構件的構成一例的圖。

圖12B是表示第2實施形態的第2線圈及第2支持構件的構成一例的圖。

圖13是表示第2實施形態的第1線圈及第2線圈的位置關係一例的圖。

圖14是表示第3實施形態的第1線圈及第1支持構件的構成一例的圖。

圖15是表示第4實施形態的電抗器的構成的第1例的圖。

圖16A是表示第4實施形態的第1線圈及第1支持構件的構成的第1例的圖。

圖16B是表示第4實施形態的第2線圈及第2支持構件的構成的第1例的圖。

圖17是表示第4實施形態的電抗器的構成的第2例的圖。

圖18A是表示第4實施形態的第1線圈及第1支持構件的構成的第2例的圖。

圖18B是表示第4實施形態的第2線圈及第2支持構件的構成的第2例的圖。

圖19A是表示第5實施形態的第1線圈及第1支持構件的構成一例的圖。

圖19B是表示第5實施形態的第2線圈及第2支持構件的構成一例的圖。

【實施方式】

【0023】用以實施發明之形態

以下一面參考圖式，一面說明本發明的實施形態。

(第1實施形態)

首先說明第1實施形態。

<電抗器的構成>

圖1是表示本實施形態的電抗器的構成一例的圖。再者，各圖所示X、Y、Z座標表示各圖的方向關係。○中表示有●者，表示從頁面的縱深側朝向面前側的方向。○中表示有×者，表示從頁面的面前側朝向縱深側的方向。

【0024】圖1是表示本實施形態的電抗器的構成圖。圖2A是表示第1線圈1及第1支持構件2的構成一例的圖。圖2B是表示第2線圈3及第2支持構件4的構成一例的圖。圖3A是將某狀態的第1線圈1、與從該狀態轉動180[°]後的狀

態的第1線圈1重疊表示的圖。於圖3A，為了標示方便，該等2個第1線圈1的一方以實線表示，另一方以虛線表示。圖3B是將某狀態的第2線圈3、與從該狀態轉動 180° 後的狀態的第2線圈3重疊表示的圖。於圖3B，與圖3A同樣地，為了標示方便，該等2個第2線圈3的一方以實線表示，另一方以虛線表示。再者，如後述，第2線圈3不轉動，但於圖3B，假定第2線圈3會轉動。

【0025】圖2A及圖3A是於圖1，沿著Z軸觀看第1支持構件2之與第2支持構件4相對向的面的圖。圖2B及圖3B是於圖1，沿著Z軸觀看第2支持構件4之與第1支持構件2相對向的面的圖。

【0026】本實施形態的電抗器之作為電路的常數的電感為可變的電抗器。於圖1、圖2A及圖2B中，本實施形態的電抗器具有第1線圈1、第1支持構件2、第2線圈3、第2支持構件4、支架5a~5d、螺栓6a~6d、及螺帽7a~7b。為了標示方便，雖然省略對於螺栓6c、6d的螺帽的圖示，但與對於螺栓6a、6b的螺帽7a、7b同樣地，亦配置有對於螺栓6c、6d的螺帽。以下為了說明方便，雖然省略圖示，但將對於螺栓6c、6d的螺帽表示為螺帽7c、7d。

【0027】首先說明第1線圈1及第1支持構件2。

第1支持構件2是用以支持第1線圈1的構件。第1線圈1固定於第1支持構件2。孔2e、2f是用以將第1線圈1往外部拉出的孔。

第1支持構件2及後述的第2支持構件4是經由支架5a

~5d而被以螺栓6a~6d及螺帽7a~7d固定，以便可使第1線圈1與後述的第2線圈3的間隔G保持在一定。如圖2A所示，於第1支持構件2形成有移動孔2a~2d，用以使第1支持構件2可安裝於第2支持構件4。移動孔2a~2d是用以使安裝於第2支持構件4的第1支持構件2可轉動的孔。

【0028】於本實施形態，移動孔2a~2d的平面形狀為圓弧狀。移動孔2a、2d沿著第1假想圓的圓弧而配置。移動孔2b、2c位於比移動孔2a、2d更靠第1支持構件2的中心側。移動孔2b、2c沿著第2假想圓的圓弧配置，前述第2假想圓的半徑小於第1假想圓，且與第1假想圓同心。第1線圈1即使在支架5a~5d及螺栓6a~6d通過圖2A所示的移動孔2a~2d，且支架5a~5d及螺栓6a~6d的位置固定的狀態下仍可轉動。轉動第1線圈1，決定第1線圈1的位置後，藉由使用螺帽7a~7d，第1線圈1會固定在該位置而不轉動。於本實施形態，第1線圈1的軸(轉動軸)是通過第1支持構件2的中心2g，且垂直於第1支持構件2的面的方向(Z軸方向)的軸。

【0029】如圖2A所示，第1支持構件2的平面形狀為正方形。第1支持構件2具有可支持第1線圈1以使第1線圈1的Z軸方向的位置不變化的強度，且以具有絕緣性及非磁性的材料形成。但第1線圈1的支持構件2的平面形狀不限定為正方形。第1線圈1的支持構件2的平面形狀為例如長方形或圓形均無妨。第1支持構件2是使用例如玻璃疊層環氧樹脂、熱固性樹脂等來形成。

【0030】於圖2A，第1線圈1具有第1旋繞部1a、第2旋繞部1b、第1連接部1c、第1拉出部1d、及第2拉出部1e。第1旋繞部1a、第2旋繞部1b、第1連接部1c、第1拉出部1d、及第2拉出部1e為一體。

【0031】於本實施形態，第1線圈1的捲繞次數為1[次]。又，於本實施形態，舉例說明由第1旋繞部1a、第2旋繞部1b及第1連接部1c來形成阿拉伯數字8字形的情況。再者，於圖3A，為了標示方便，省略第1拉出部1d及第2拉出部1e的圖示。又，於圖3A，對於重疊表示的2個第1線圈1分別附上符號。

【0032】第1旋繞部1a是以圍住其內側區域的方式旋繞的部分。第2旋繞部1b亦是以圍住其內側區域的方式旋繞的部分。第1旋繞部1a及第2旋繞部1b配置於同一水平面(X-Y平面)。再者，第1旋繞部1a及第2旋繞部1b無須嚴密地配置於同一水平面，例如只要在設計上的公差範圍內，均可視為配置於同一水平面。此點在以下說明中的「同一水平面」亦同。

第1連接部1c是將第1旋繞部1a的第1端1f、與第2旋繞部1b的第1端1g相互連接的部分，且為不旋繞的部分。

【0033】第1拉出部1d連接於第1旋繞部1a的第2端1h。第1旋繞部1a的第2端1h位於孔2e的位置。第2拉出部1e連接於第2旋繞部1b的第2端1i。第2旋繞部1b的第2端1i位於孔2f的位置。

【0034】第1拉出部1d及第2拉出部1e是用以將第1線

圈1與外部連接的拉出線。於圖2A，以虛線表示第1拉出部1d及第2拉出部1e，是表示第1拉出部1d及第2拉出部1e位於與圖2A所示之第1支持構件2的面相反側的面。

【0035】於圖3A，第1線圈1若從以實線表示的狀態轉動 180° ，則成為以虛線表示的狀態。

如圖2A所示，第1支持構件2的中心2g(轉動軸)位於第1旋繞部1a的中心1k、與第2旋繞部1b的中心1j的中間。第1旋繞部1a與第2旋繞部1b是隔著第1支持構件2的中心2g(第1線圈1的轉動軸)而位於相反側的位置。亦即，第1旋繞部1a與第2旋繞部1b配置為，保持在第1線圈1轉動方向的角度偏離 180° 的狀態。該角度是以最短距離將第1支持構件2的中心2g(轉動軸)、與第1旋繞部1a的中心1k相互連結的虛擬直線，與以最短距離將第1支持構件2的中心2g、與第2旋繞部1b的中心1j相互連結的虛擬直線的夾角角度。再者，於圖2A，第1支持構件2的中心2g、第1旋繞部1a的中心1k及第2旋繞部1b的中心1j為虛擬表示的點，並非實際存在的點。

【0036】第1旋繞部1a、第2旋繞部1b、第3旋繞部3a、及第4旋繞部3b的形狀及大小最宜完全相同。但有時如圖2A及圖2B所示，無法使第1旋繞部1a、第2旋繞部1b、第3旋繞部3a、及第4旋繞部3b的形狀及大小完全相同。

【0037】於第1線圈1及第2線圈3流通交流電流時，只要貫穿第1旋繞部1a、第2旋繞部1b、第3旋繞部3a、及第4旋繞部3b各個內部的磁通狀態，未與第1旋繞部1a、第2旋

繞部1b、第3旋繞部3a、及第4旋繞部3b的形狀及大小完全相同時大幅不同的話，第1旋繞部1a、第2旋繞部1b、第3旋繞部3a、及第4旋繞部3b的形狀及大小不完全相同亦可。

【0038】本發明人針對包含第1～第5實施形態的電抗器的各種電抗器，變更第1線圈及第2線圈的大小、第1線圈及第2線圈の間隙(Z軸方向の間隔)、第1線圈及第2線圈的形狀等，測定由後述式(2)所定義的可變倍率 β 。其中，使第1旋繞部、第2旋繞部、第3旋繞部及第4旋繞部的形狀及大小完全相同。其結果，可變倍率 β 的範圍約為2.3～5.6倍。對應於該範圍的耦合係數k的範圍約為0.4～0.7。再者，耦合係數k是如下式(1)表示。

$$M = \pm k \sqrt{(L1 \cdot L2)} \cdots (1)$$

於此，M為第1線圈1及第2線圈3的互感。L1為第1線圈1的自感。L2為第2線圈3的自感。耦合係數k是由第1線圈1及第2線圈3的形狀、大小、相對位置來決定，且存在 $0 \leq k \leq 1$ 的關係。k=1是無漏磁通的情況，但由於實際上會發生漏磁通，因此耦合係數k會成為小於1的值。

【0039】因此，作為第1線圈及第2線圈間的標準耦合係數 k_s 的值，採用該範圍的平均值(=0.55(=(0.4+0.7)÷2))。該標準耦合係數 k_s 是第1旋繞部、第2旋繞部、第3旋繞部、及第4旋繞部的形狀及大小完全相同時的耦合係數的代表值。

【0040】於此，從合成電感GL的交流電源電路所見的可變倍率 β 的最低值 β_{min} ，假定為2.0。從合成電感GL的

交流電源電路所見的可變倍率 β 是以如下式(2)來表示。再者，合成電感 GL 是作為藉由連接第1線圈1與第2線圈3所合成的電感，從交流電源電路側來評估的電感。

$$\beta = (2L + 2M) \div (2L - 2M) = (2L + 2kL) \div (2L - 2kL) = (1 + k) \div (1 - k) \cdots (2)$$

【0041】但在此為了簡化說明，將第1線圈1、第2線圈3的自電感 $L1$ 、 $L2$ 設為 L ($L1=L2=L$)。

【0042】若將該可變倍率 β 的最低值 $\beta_{\min}(=2.0)$ 代入式(2)，則第1線圈及第2線圈間的耦合係數的最低值 k_{\min} 約為0.33。若將該耦合係數的最低值 $k_{\min}(=0.33)$ ，除以標準耦合係數 $k_s(=0.55)$ ，則成為0.6(=0.33/0.55)。總言之，為了確保可變倍率 β 的最低值 $\beta_{\min}(=2.0)$ ，耦合係數的最低值 k_{\min} 需要0.33。為了實現0.33來作為耦合係數的最低值 k_{\min} ，第1旋繞部、第2旋繞部、第3旋繞部、及第4旋繞部的形狀及大小，只要其全長的60[%]的部分相同即可。又，實務上，可變倍率 β 的最低值 β_{\min} 宜為2.5，更宜為3.0。為了對應此，依據與前述相同的計算結果，第1旋繞部、第2旋繞部、第3旋繞部、及第4旋繞部的形狀及大小，宜為其全長的78[%]的部分相同，更宜為其全長的91[%]以上的區域相同。

【0043】從以上觀點來看，第1旋繞部1a、第2旋繞部1b、第3旋繞部3a及第4旋繞部3b的形狀及大小，只要其全長的60[%]以上的部分相同，則可視為第1旋繞部1a、第2旋繞部1b、第3旋繞部3a、及第4旋繞部3b的形狀及大小相

同。不過於以上說明中，因應可變倍率 β 的最低值 β_{\min} ，60[%]較宜為78[%]，更宜為91[%]。

【0044】關於第1旋繞部1a及第2旋繞部1b的形狀及大小，由此可說明如下。

第1線圈1轉動180[°]時，第1旋繞部1a全長的60[%]以上的長度部分，會與前述轉動前有第2旋繞部1b的區域重疊。第1旋繞部1a的全長是從第1旋繞部1a的第1端1f到第2端1h的長度。

【0045】於圖3A，若從以實線表示的狀態成為以虛線表示的狀態，則圖3A中以虛線表示於下側的第1旋繞部1a全長的60[%]以上的長度部分，會與以實線表示於下側的第2旋繞部1b重疊。

【0046】又，於第1線圈1轉動180[°]時，第2旋繞部1b全長的60[%]以上的長度部分，會與前述轉動前有第1旋繞部1a的區域重疊。第2旋繞部1b的全長是從第2旋繞部1b的第1端1g到第2端1i的長度。

【0047】於圖3A，若從以實線表示的狀態成為以虛線表示的狀態，則圖3A中以虛線表示於上側的第2旋繞部1b全長的60[%]以上的長度部分，會與以實線表示於上側的第1旋繞部1a重疊。

再者，如前述，於以上說明中，因應可變倍率 β 的最低值 β_{\min} ，60[%]較宜為78[%]，更宜為91[%]。

【0048】接著，說明第2線圈3及第2支持構件4。

第2支持構件4是用以支持第2線圈3的構件。第2線圈3

固定於第2支持構件4。如圖2B所示，於第2支持構件4，形成用以使第1支持構件2可安裝於第2支持構件4的孔4a~4d。孔4a~4d是用以使用支架5a~5d、螺栓6a~6d、及螺帽7a~7d，來固定第1支持構件2及第2支持構件4的孔。孔4a~4d的直徑比螺栓6a~6d的外徑稍大。孔4e、4f是用以將第2線圈3往外部拉出的孔。第1支持構件2及第2支持構件4在支架5a、5b、5c、5d及螺栓6a、6b、6c、6d分別通過孔4a、4b、4c、4d，且支架5a~5d及螺栓6a~6d的位置固定，且螺帽7a、7b、7c、7d鎖緊的狀態下無法移動。於本實施形態，支架5a~5d、螺栓6a~6d、及螺帽7a~7d作為保持構件發揮功能。於本實施形態，保持構件是於第1旋繞部1a及第2旋繞部1b，與第3旋繞部3a及第4旋繞部3b保有間隔且呈平行的狀態下，保持第1線圈1已固定的第1支持構件2、及第2線圈3已固定第2支持構件4，以使藉由轉動來調整過位置的第1線圈1不動作。

【0049】 如圖2B所示，第2支持構件4的平面形狀為正方形。但第2線圈4的支持構件2的平面形狀不限定為正方形。第2線圈4的支持構件2的平面形狀為例如長方形或圓形均無妨。第2支持構件4具有可支持第2線圈3以使第2線圈3的Z軸方向的位置不變化的強度，且以具有絕緣性及非磁性的材料形成。第2支持構件4是使用例如玻璃疊層環氧樹脂、熱固性樹脂等來形成。

【0050】 於圖2B，第2線圈3具有第3旋繞部3a、第4旋繞部3b、第2連接部3c、第3拉出部3d、及第4拉出部3e。

第3旋繞部3a、第4旋繞部3b、第2連接部3c、第3拉出部3d、及第4拉出部3e為一體。

【0051】於本實施形態，第2線圈3的捲繞次數為1[次]。又，於本實施形態，舉例說明由第3旋繞部3a、第4旋繞部3b及第2連接部3c來形成阿拉伯數字8字形的情況。再者，於圖3B，為了標示方便，省略第3拉出部3d及第4拉出部3e的圖示。又，於圖3B，對於重疊表示的2個第2線圈3分別附上符號。

【0052】第3旋繞部3a是以圍住其內側區域的方式旋繞的部分。第4旋繞部3b亦是以圍住其內側區域的方式旋繞的部分。第3旋繞部3a及第4旋繞部3b配置於同一水平面(X-Y平面)。

【0053】第2連接部3c是將第3旋繞部3a的第1端3f、與第4旋繞部3b的第1端3g相互連接的部分，且為不旋繞的部分。

【0054】第3拉出部3d連接於第3旋繞部3a的第2端3h。第3旋繞部3a的第2端3h位於孔4e的位置。第4拉出部3e連接於第4旋繞部3b的第2端3i。第4旋繞部3b的第2端3i位於孔4f的位置。

【0055】第3拉出部3d及第4拉出部3e是用以將第2線圈3與外部連接的拉出線。於圖2B，以虛線表示第3拉出部3d及第4拉出部3e，是表示第3拉出部3d及第4拉出部3e位於與圖2B所示之第2支持構件4的面相反側的面。

【0056】如前述，於本實施形態，第2線圈3不轉動。

但於圖3B，假定第2線圈3會轉動。如此一來，第2線圈3從以實線表示的狀態轉動 $180[^\circ]$ ，成為以虛線表示的狀態。假定第2線圈3會轉動時，第2線圈3的軸(轉動軸)是通過第2支持構件4的中心4g，且與第2支持構件4的面垂直的方向(Z軸方向)的軸(參考圖2B)。

【0057】如圖2B所示，第2支持構件4的中心4g(轉動軸)配置於包含第3旋繞部3a的中心3j、與第4旋繞部3b的中心3k的中間位置的位置。第3旋繞部3a與第4旋繞部3b是隔著第2支持構件4的中心4g(第2線圈3的轉動軸)而位於相反側的位置。亦即，第3旋繞部3a與第4旋繞部3b是配置為保持在第1線圈1轉動方向的角度偏離 $180[^\circ]$ 的狀態。該角度是以最短距離將第2支持構件4的中心4g(轉動軸)、與第3旋繞部3a的中心3j相互連結的虛擬直線，與以最短距離將第2支持構件4的中心4g、與第4旋繞部3b的中心3k相互連結的虛擬直線的夾角角度。再者，於圖2B，第2支持構件4的中心4g、第3旋繞部3a的中心3j、及第4旋繞部3b的中心3k為虛擬表示的點，並非實際存在的點。

【0058】又，關於第3旋繞部3a及第4旋繞部3b的形狀及大小可說明如下。

假定第2線圈3轉動 $180[^\circ]$ 時，第3旋繞部3a全長的60[%]以上的長度部分，會與前述轉動前有第4旋繞部3b的區域重疊。第3旋繞部3a的全長是從第3旋繞部3a的第1端3f到第2端3h的長度。

【0059】於圖3B，若假定從以實線表示的狀態成為以

虛線表示的狀態，則圖3B中以虛線表示於上側的第3旋繞部3a全長的60[%]以上的長度部分，會與以實線表示於上側的第4旋繞部3b重疊。

【0060】又，於假定第2線圈3轉動 $180[^\circ]$ 時，第4旋繞部3b全長的60[%]以上的長度部分，會與前述轉動前有第3旋繞部3a的區域重疊。第4旋繞部3b的全長是從第4旋繞部3b的第1端3g到第2端3i的長度。

【0061】於圖3B，若從以實線表示的狀態成為以虛線表示的狀態，則圖3B中以虛線表示於下側的第4旋繞部3b全長的60[%]以上的長度部分，會與以實線表示於下側的第3旋繞部3a重疊。

再者，於以上說明中，因應可變倍率 β 的最低值 β_{\min} ，60[%]較宜為78[%]，更宜為91[%]。

【0062】接著，說明第1線圈1及第2線圈3的設置方法。

如圖1、圖2A及圖2B所示，於第1支持構件2與第2支持構件4之間，設置支架5a~5d，以使第1線圈1及第2線圈3的Z軸方向的位置不變化。支架5a~5d的形狀及大小相同。於本實施形態，支架5a~5d的形狀為中空圓筒形狀。將支架5a、5b、5c、5d的一端部分插入移動孔2a、2b、2c、2d，將另一端部分插入孔4a、4b、4c、4d後，於支架5a、5b、5c、5d的中空部分，分別有螺栓6a、6b、6c、6d通過。此時，螺栓6a、6b、6c、6d從圖1的上側插入孔4a、4b、4c、4d及移動孔2a、2b、2c、2d。然後，螺栓

6a、6b、6c、6d的前端在圖1中突出至第2支持構件4的下方(Z軸的負方向)。如此，對於螺栓6a、6b、6c、6d的突出部分，安裝螺帽7a、7b、7c、7d，以螺栓6a、6b、6c、6d及螺帽7a、7b、7c、7d來固定第1支持構件2、第2支持構件4及支架5a、5b、5c、5d。藉由如此，決定第1支持構件2及第2支持構件4的相對位置，並固定2個支持構件2、4的相對位置關係。再者，支架5a~5d、螺栓6a~6d、及螺帽7a~7d是具有可相對定位第1支持構件2及第2支持構件4的強度，且以具有絕緣性及非磁性的材料形成。

【0063】如以上，第1線圈1及第2線圈3在具有一定間隔G的狀態下，配置為其線圈面呈平行(參考圖1)。間隔G的大小可設定為大於由第1線圈1與第2線圈3的絕緣距離等所決定的值。再者，平行並非嚴密地平行亦可，例如若在設計上的公差的範圍內，亦可視為平行。此點在關於以下說明中的「平行」亦同。又，第1線圈1的線圈面是指由第1旋繞部1a及第2旋繞部1b所圍住的區域的水平面(X-Y平面)。第2線圈3的線圈面是指由第3旋繞部3a及第4旋繞部3b所圍住的區域的水平面(X-Y平面)。

【0064】又，於本實施形態，是將配置為第1線圈1對第2線圈3的投影面、與第2線圈3對第1線圈1的投影面相互重疊的位置(圖2A及圖2B所示狀態)作為設計原點。於本實施形態，第1線圈1能以該設計原點作為基準，維持其線圈面與第2線圈3的線圈面平行的狀態而轉動。

【0065】在未以螺栓6a~6d及螺帽7a~7d，透過支架

5a~5d固定第1線圈1及第2線圈3的狀態下，至少將支架5a~5d及螺栓6a~6d安裝於第1支持構件2及第2支持構件4。移動孔2a是與第1線圈1的轉動軸同軸，且具有支架5a~5d及螺栓6a~6d可轉動的大小及形狀。因此，於未以螺栓6a~6d及螺帽7a~7d，透過支架5a~5d固定第1線圈1及第2線圈3的狀態下，且在至少將支架5a~5d及螺栓6a~6d安裝於第1支持構件2及第2支持構件4的狀態下，沿著移動孔2a~2d轉動第1支持構件2，藉此可調整第1支持構件2的位置。於該調整後的位置，以螺栓6a~6d及螺帽7a~7d，透過支架5a~5d固定第1線圈1及第2線圈3。

【0066】其後，第1線圈1及第2線圈3分別經由第1拉出部1d、第2拉出部1e、第3拉出部3d、第4拉出部3e而連接於未圖示的交流電源電路，構成1台電抗器。

再者，於圖2A及圖2B，第1線圈1及第2線圈3中所示的箭頭線是同時刻的交流電流方向。流於第1線圈1及第2線圈3的交流電流方向將一面參考圖4一面於後文敘述。

【0067】接著，說明第1線圈1與第2線圈3的位置關係。

圖4是表示第1線圈1及第2線圈3的位置關係一例的圖。圖4是與圖2B從相同方向，同時觀看第1線圈1及第2線圈3的圖。亦即，圖4是從第1線圈1的支持構件2之第1線圈1安裝面的相反側，同時透視觀看第1線圈1及第2線圈3的圖。

【0068】圖4的最上圖表示合成電感GL為最小值時

的第1線圈1及第2線圈3的配置。圖4的最下圖表示合成電感GL為最大值時的第1線圈1及第2線圈3的配置。圖4的正中圖表示合成電感GL為中間值(高於最小值，低於最大值)時的第1線圈1及第2線圈3的配置。

【0069】於圖4，為了標示方便，以實線表示第1線圈1，以虛線表示第2線圈3。又，於圖4，以實線、虛線表示的箭頭線分別表示流於第1線圈1、第2線圈3的交流電流(同時刻從同一方向觀看時)方向。

【0070】圖4的最上圖及正中圖表示藉由第1線圈1轉動，而從設計原點(圖4的最下圖所示狀態)移動後的配置。

將圖4的最下圖所示的狀態設為第1狀態。又，將圖4的最上圖所示的狀態設為第2狀態。

如圖4的最下圖所示，第1狀態是第1線圈1的第1旋繞部1a與第2線圈3的第3旋繞部3a位於相互對向的位置，且第1線圈1的第2旋繞部1b與第2線圈3的第4旋繞部3b位於相互對向的位置的狀態。

【0071】如圖4的最上圖所示，第2狀態是第1線圈1的第1旋繞部1a與第2線圈3的第4旋繞部3b位於相互對向的位置，且第1線圈1的第2旋繞部1b與第2線圈3的第3旋繞部3a位於相互對向的位置的狀態。

【0072】於此，關於第1旋繞部1a及第2旋繞部1b的形狀及大小、與第3旋繞部3a及第4旋繞部3b的形狀及大小可說明如下。

【0073】於圖4的最下圖所示第1狀態，從沿著中心軸

的方向(Z軸方向)觀看第1線圈1及第2線圈3時，第1旋繞部1a全長的60[%]以上的長度部分、與第3旋繞部3a全長的60[%]以上的長度部分相互重疊。又，於第1狀態，從沿著中心軸的方向(Z軸方向)觀看第1線圈1及第2線圈3時，第2旋繞部1b全長的60[%]以上的長度部分、與第4旋繞部3b全長的60[%]以上的長度部分相互重疊。

【0074】於圖4的最上圖所示第2狀態，從沿著中心軸的方向(Z軸方向)觀看第1線圈1及第2線圈3時，第1旋繞部1a全長的60[%]以上的長度部分、與第4旋繞部3b全長的60[%]以上的長度部分相互重疊。又，於第2狀態，從沿著中心軸的方向(Z軸方向)觀看第1線圈1及第2線圈3時，第2旋繞部1b全長的60[%]以上的長度部分、與第3旋繞部3a全長的60[%]以上的長度部分相互重疊。

再者，於以上說明中，因應可變倍率 β 的最低值 β_{\min} ，60[%]較宜為78[%]，更宜為91[%]。

【0075】於此，第1連接部1c及第2連接部3c的長度，比第1旋繞部1a、第2旋繞部1b、第3旋繞部3a及第4旋繞部3b的長度短。因此，即使第1線圈1(第1旋繞部1a、第2旋繞部1b、及第1連接部1c)及第2線圈3(第3旋繞部3a、第4旋繞部3b、及第2連接部3c)的形狀及大小是全長的60[%]以上(宜為78[%]以上，更宜為91[%]以上)相同，實質上並無差異。

【0076】因此，於前述說明中，亦可取代第1旋繞部1a、第2旋繞部1b、第3旋繞部3a、及第4旋繞部3b的形狀

及大小，採第1線圈1(第1旋繞部1a、第2旋繞部1b、及第1連接部1c)及第2線圈3(第3旋繞部3a、第4旋繞部3b、及第2連接部3c)的形狀及大小來制訂前述規定。

【0077】接著，一面參考圖4、圖5A、圖5B、圖6A、圖6B，一面說明電抗器的電感調整方法的一例。電抗器的電感為前述合成電感GL。

【0078】圖5A、圖5B、圖6A、圖6B是表示藉由在第1線圈1及第2線圈3流通交流電流所產生的磁通的方向之一例的圖。於圖5A、圖5B，與表示第1線圈1及第2線圈3的電路記號一同表示磁通方向。於圖6A、圖6B，與構成·配置作為電抗器的狀態下的第1線圈1及第2線圈3一同表示磁通方向。

【0079】圖5A、圖6A是表示合成電感GL為最小值時的磁通方向的圖。圖5B、圖6B是表示合成電感GL為最大值時的磁通方向的圖。於圖5A及圖5B，附在第1線圈1及第2線圈3的箭頭為交流電流的方向，貫穿第1線圈1與第2線圈3的箭頭線表示磁通方向。於圖6A、圖6B，○中表示有●、x者，表示交流電流的方向。○中表示有●者，表示從頁面的縱深側朝向面前側的方向，○中表示有x者，表示從頁面的面前側朝向縱深側的方向。又，於圖6A以虛線表示的箭頭線、及於圖6B與箭頭一同以實線表示的環路，表示磁通方向。

【0080】於圖4的最上圖所示第2狀態，第1線圈1的第1旋繞部1a與第2線圈3的第4旋繞部3b相互對向，第1線圈1

的第2旋繞部1b與第2線圈3的第3旋繞部3a相互對向。然後，流於第1線圈1的第1旋繞部1a及第2線圈3的第2旋繞部3b的交流電流(同時刻從同一方向觀看時)的方向互為相反方向。同樣地，流於第1線圈1的第2旋繞部1b及第2線圈3的第3旋繞部3a的交流電流(同時刻從同一方向觀看時)的方向互為相反方向。

【0081】因此，如圖5A所示，從第1線圈1及第2線圈3發生的磁通互相削弱。此時的合成電感GL以下式(3)表示。

$$GL=L1+L2-2M\cdots(3)$$

【0082】式(3)所示的合成電感GL為電抗器的合成電感GL的最小值。

此時，藉由在第1線圈1及第2線圈3流通交流電流而發生的磁通如圖6A所示。

【0083】圖4的最下圖所示的第1狀態是從圖4的最上圖所示的第2狀態，將第1線圈轉動180[°]後的狀態。於該第1狀態，第1線圈1的第1旋繞部1a與第2線圈3的第3旋繞部3a相互對向，第1線圈1的第2旋繞部1b與第2線圈3的第4旋繞部3b相互對向。然後，流於第1線圈1的第1旋繞部1a及第2線圈3的第3旋繞部3a的交流電流(同時刻從同一方向觀看時)的方向互為相同方向。同樣地，流於第1線圈1的第2旋繞部1b及第2線圈3的第4旋繞部3b的交流電流(同時刻從同一方向觀看時)的方向互為相同方向。

【0084】因此，如圖5B所示，從第1線圈1及第2線圈

3發生的磁通互相增強。此時的合成電感 GL 以下式(4)表示。

$$GL=L1+L2+2M... (4)$$

式(4)所示的合成電感為合成電感 GL 的最小值。此時，藉由在第1線圈1及第2線圈3流通交流電流而發生的磁通如圖6B所示。

【0085】如以上，若從圖4的最上圖所示的第2狀態，使第1線圈1轉動移動 $180[^\circ]$ ，則成為圖4的最下圖所示的第1狀態。藉由將第1線圈1放置於對於第2線圈3相對地轉動後的位置，可使流於第1線圈1及第2線圈3的交流電流(同時刻從同一方向觀看時)方向互為相同或互為相反。因此，若將圖4的最下圖所示第1狀態時的第1線圈1的位置設為 $0[^\circ]$ ，於 $0[^\circ] \sim 180[^\circ]$ 的範圍內決定第1線圈1的轉動位置，並將第1線圈1轉動至該位置而固定，則可大致正確地將合成電感 GL 設定，固定於從該最小值至最大值的範圍中任一值。

【0086】具體而言，如圖4的正中圖所示，在將第1線圈1轉到 $0[^\circ]$ 與 $180[^\circ]$ 的中間而固定時，於第1線圈1的線圈面及第2線圈3的線圈面之中記為(面1)的部分，藉由流於第1線圈1的電流所發生的磁通的方向、與藉由流於第2線圈3的電流所發生的磁通的方向會相互增強。另，於記為(面2)的部分，藉由流於第1線圈1的電流所發生的磁通的方向、與藉由流於第2線圈3的電流所發生的磁通的方向會相互削弱。因此，於來自流於第1線圈1的電流的磁通、及來自

流於第2線圈3的電流的磁通，混合存在有相互增強的部分及相互削弱的部分。故，合成電感 GL 為其最小值與最大值之間的數值。

【0087】圖7是從同一方向觀看第1線圈1及第1支持構件2、與第2線圈3及第2支持構件4的圖。具體而言，圖7表示將支持構件2的面之中與第1線圈1的安裝面相反側的面，從其上方(從Z軸的正方向朝向負方向)透視的圖。

於圖7，在分別嵌合形成於支持構件2的移動孔2a、2b、2c、2d、貫穿其等移動孔2a、2b、2c、2d的支架5a、5b、5c、5d(於圖7位於螺栓6a、6b、6c、6d之下)、以及螺栓6a、6b、6c、6d的狀態下，第1線圈1及第1支持構件2可沿著移動孔2a、2b、2c、2d無階段地轉動。

【0088】於圖7，隨著第1線圈1及支持構件2的轉動，合成電感 GL 會成為小於最大值的值。因此，藉由微調，可容易地修正因製作上的誤差等所產生的實際電感值與電感設計值的差距。電感的調整結束後，為了以調整後的電感固定電抗器的電感，因此使用支架5a~5d、螺栓6a~6d、及螺帽7a~7d，使第1線圈1及第1支持構件2、與第2線圈3及第2支持構件4的相對位置固定。

【0089】接著，說明構成第1線圈1及第2線圈3的構件。

構成第1線圈1及第2線圈3的導體可為任何形態。作為構成第1線圈1及第2線圈3的導體，可使用例如水冷纜線、空冷纜線或水冷銅管。又，使用纜線作為構成第1線圈1及

第2線圈3之導體時，該纜線的電線條數以1條構成，或以複數條(例如李茲線)構成均可。可因應該等電線的形態，於第1線圈1及第2線圈3(的電線)，流通高頻(數百[Hz]~數百[kHz])的大電流(例如100[A]以上的電流，更宜為500[A]以上的電流)。藉由於第1線圈1流通交流電流，第1旋繞部1a及第2旋繞部1b分別產生相反方向的磁場。同樣地，藉由於第2線圈3流通交流電流，第3旋繞部3a及第4旋繞部3b分別產生相反方向的磁場。

【0090】 使第1線圈1轉動，且在獲得預定的電感值來作為電抗器的電感值之後，使用第1線圈1、第2線圈3、螺栓6a~6d、及螺帽7a~7d分別固定第1支持構件2及第2支持構件4。將第1拉出部分1d與第2拉出部1e、第3拉出部分3d與第4拉出部3e、以及來自未圖示的交流電源電路的固定配線相互連接。例如將來自交流電源電路的一方的配線連接於第2拉出部1e，且將第1拉出部1d與第3拉出部3d相互連接，並將第4拉出部3e連接往來自交流電源電路的另一方的配線。此時，第1線圈1與第2線圈3電性串聯地連接。如此可將電抗器組入電路。在組入電抗器的電路進行動作(通電)的期間，第1線圈1及第1支持構件2、與第2線圈3及第2支持構件4的相對位置維持固定不變。

【0091】 如以上，於本實施形態，於第1支持構件2形成圓弧狀的移動孔2a、2b、2c、2d，並且於第2支持構件4形成孔4a~4d。然後，於移動孔2a、2b、2c、2d及孔4a、4b、4c、4d，分別插入支架5a、5b、5c、5d及螺栓6a、

6b、6c、6d的狀態，使安裝於第1支持構件2的第1線圈1沿著移動孔2a、2b、2c、2d轉動。然後，使用支架5a~5d、螺栓6a~6d、及螺帽7a~7d，來將支持第1線圈1的第1支持構件2、及支持第2線圈3的第2構件4固定成，使第1線圈1及第2線圈3的線圈面呈平行。

【0092】 因此，例如藉由將電感的設計值設定為稍微小於合成電感GL的最大值的值，可轉動第1線圈1，減低因製造上的誤差等所產生的實際電感值與電感設計值的差距。無須如以往變更線圈的形狀、尺寸及捲繞數，或變更鐵芯間の間隔(間隙)。因此，可於極短時間容易地修正電感。故，帶來大幅的成本刪減。故，可將製造・組裝完的電抗器的電感值，簡單且正確地調整為目標值。進而言之，可將在共通的设计・製造過程所製造的電抗器，適用於例如各種產品中大範圍的產品(例如電力轉換電路或共振電路)。因此，可實現一種電抗器，該電抗器可對於各式各樣的規格，容易且廣範圍地變更電感。又，可於電抗器流通高頻大電流。再者，電感調整時，第1線圈1從設計原點的轉動量無論大或小均可。

【0093】 [變形例1]

於本實施形態，舉例說明了在第1線圈1及第2線圈3之中，使第1線圈1轉動，並固定第2線圈3的情況。然而無須如此，只要使第1線圈1及第2線圈3中至少任一者轉動即可。例如使第1線圈1及第2線圈3雙方轉動亦可。如此時，例如將第2線圈3的第2支持構件4，與第1線圈1的第1支持

構件2設成相同即可。

【0094】 [變形例2]

於本實施形態，舉例說明了以第1線圈1轉動 $180[^\circ]$ 的方式，來構成移動孔2a、2b、2c、2d的情況。然而無須如此，移動孔只要具有可涵蓋修正因製造上的誤差等所產生的實際電感值與電感設計值的差距內之範圍的長度即可。圖8A、圖8B是表示移動孔的變形例的圖。具體而言，圖8A是對應於圖2A的圖，其為沿著Z軸觀看第1支持構件81的面之中之第1線圈1的安裝面的圖。又，圖8B是對應於圖7的圖，其表示將第1支持構件81的面之中與第1線圈1的安裝面相反側的面，從其上方(從Z軸的正方向朝向負方向)透視的圖。

【0095】 如圖8A及圖8B所示，於第1支持構件81形成4個獨立的移動孔81a~81d亦可。移動孔81a~81d具有比移動孔2a、2b、2c、2d短的圓弧。如此時，支架5a・螺栓6a、支架5b・螺栓6b、支架5c・螺栓6c、支架5d・螺栓6d分別會於形成有移動孔81a、81b、81c、81d的範圍內動作。此時，第1線圈1轉動的角度小於 $180[^\circ]$ 。再者，本變形例的情況亦可如變形例1，採用藉由將圖8A及圖8B所示的支持構件81作為第2支持構件4，以使第2線圈3轉動的構成。

【0096】 於此，可將第1線圈1的第1方向(例如順時針)的轉動角度的絕對值、與第2線圈3的第2方向(與第1方向相反方向，例如逆時針)的轉動角度的絕對值的合計範

圍，設在 $0^{\circ} \sim 180^{\circ}$ (亦即可將該合計的最大值設為 180°)。如此可藉由使第1線圈1及第2線圈3雙方轉動，連續地獲得圖4的最下圖所示第1狀態、圖4的最上圖所示第2狀態、及其等狀態之間的狀態。

【0097】[變形例3]

於本實施形態，舉例說明了於第1支持構件2，形成移動孔2a、2b、2c、2d，以使第1線圈1轉動的情況。然而無須如此，只要使第1線圈1及第2線圈3之中至少任一者轉動即可。例如於第1支持構件2及第2支持構件4的中心2g、4g的位置形成孔，於該孔插入轉動軸。此時，將第1支持構件2直接或經由構件連結於轉動軸，且第2支持構件4不與轉動軸連結。又，可於所需的轉動角度固定轉動軸。如此，可僅使第1支持構件2及第2支持構件4中之第1支持構件2，轉動至所需的轉動角度。將第1支持構件2轉動至所需的轉動角度後，固定轉動軸，使第1線圈3不轉動。如此一來，可使保持第1線圈1及第2線圈3，以便第1旋繞部1a及第2旋繞部1b、與第3旋繞部3a及第4旋繞部3b保有間隔且呈平行的保持構件，與保持第1線圈1及第2線圈3，以使第1線圈1不轉動的保持構件，為個別的保持構件。

【0098】[變形例4]

於本實施形態，舉例說明了第1線圈1與第2線圈3串聯連接的情況。然而，並聯連接第1線圈1與第2線圈3亦可。具體而言，將來自交流電源電路的一配線，連接於第1拉出部1d及第3拉出部3e雙方，並將來自交流電源電路的另

一配線，連接於第2拉出部1e及第4拉出部3d雙方即可。

並聯連接第1線圈1與第2線圈3時，合成電感GL的最大值以下式(5)表示。

$$GL=(L1+M)\times(L2+M)\div(L1+L2+2M)\cdots(5)$$

式(5)所示的合成電感GL為並聯連接時的合成電感GL的最大值。因此，與串聯連接時相同，藉由設定為稍微小於該合成電感GL的最大值的設計值，可於短時間精度良好地調整・固定製造後的合成電感GL。

【0099】[變形例5]

於本實施形態，舉例說明了第1線圈1及第2線圈3的線圈面在保有一定間隔G的狀態下互呈平行的情況。然而無須如此，藉由將第1線圈1及第2線圈3的至少任一方，往Z軸方向移動，來使間隔G變化亦可。若縮小間隔G，則互感M的值較大。另，若增大間隔G，則互感M的值較小。

【0100】圖9是表示電抗器的變形例的圖。圖9是對應於圖1的圖。再者，為了標示方便，於圖9，省略第1拉出部1d、第2拉出部1e、第3拉出部3d、第4拉出部3e的圖示。如圖9所示，例如將第1線圈1的支持構件2與第2線圈3的支持構件4之間の間隔件12a、12b，變更為比間隔件12a、12b長の間隔件12c、12d，增長支持構件2、4之間的長度。藉由如此，可使第1線圈1及第2線圈3の間隔G變化。

【0101】[變形例6]

((變形例6-1))

由第1旋繞部、第2旋繞部及第1連接部所形成的形狀，

不限定於阿拉伯數字8字狀。同樣地，由第3旋繞部、第4旋繞部及第2連接部所形成的形狀，亦不限定於阿拉伯數字8字狀。例如亦可如圖10A及圖10B。

【0102】圖10A是表示第1線圈101及第1支持構件102的第1變形例的圖。圖10B是表示第2線圈103及第2支持構件104的第1變形例的圖。圖10A是對應於圖2A的圖，圖10B是對應於圖2B的圖。

【0103】第1支持構件102是用以支持第1線圈101的構件。第1線圈101固定於第1支持構件102。如圖10A所示，於第1支持構件102形成有孔102a、102b。孔102a、102b對應於圖2A所示的孔2e、2f，是用以將第1線圈101往外部拉出的孔。第1支持構件102是相對於圖2A所示的第1支持構件2，將孔2e、2f改為孔102a、102b。

【0104】第1線圈101具有第1旋繞部101a、第2旋繞部101b、第1連接部101c、第1拉出部101d、及第2拉出部101e。第1旋繞部101a、第2旋繞部101b、第1連接部101c、第1拉出部101d、及第2拉出部101e為一體。

【0105】第1線圈101的捲繞次數為1[次]。第1旋繞部101a是以圍住其內側區域的方式旋繞的部分。第2旋繞部101b亦是以圍住其內側區域的方式旋繞的部分。第1旋繞部101a及第2旋繞部101b配置於同一水平面(X-Y平面)。

【0106】第1連接部101c是將第1旋繞部101a的第1端101f、與第2旋繞部101b的第1端101g相互連接的部分，且為不旋繞的部分。

第1拉出部101d連接於第1旋繞部101a的第2端101h。第1旋繞部101a的第2端101h位於孔102b的位置。第2拉出部101e連接於第2旋繞部101b的第2端101i。第2旋繞部101b的第2端101i位於孔102a的位置。

【0107】第2支持構件104是用以支持第2線圈103的構件。第2線圈103固定於第2支持構件104。如圖10B所示，於第2支持構件104形成有孔104a、104b。孔104a、104b對應於孔4e、4f，是用以將第2線圈103往外部拉出的孔。第2支持構件104是相對於圖2B所示的第2支持構件2，將孔4e、4f改為孔104a、104b。

【0108】第2線圈103具有第3旋繞部103a、第4旋繞部103b、第2連接部103c、第3拉出部103d、及第4拉出部103e。第3旋繞部103a、第4旋繞部103b、第2連接部103c、第3拉出部103d、及第4拉出部103e為一體。

【0109】第2線圈103的捲繞次數為1[次]。第3旋繞部103a是以圍住其內側區域的方式旋繞的部分。第4旋繞部103b亦是以圍住其內側區域的方式旋繞的部分。第3旋繞部103a及第4旋繞部103b配置於同一水平面(X-Y平面)。

【0110】第2連接部103c是將第3旋繞部103a的第1端103f、與第4旋繞部103b的第1端103g相互連接的部分，且為不旋繞的部分。

第3拉出部103d連接於第3旋繞部103a的第2端103h。第3旋繞部103a的第2端103h位於孔104a的位置。第4拉出部103e連接於第4旋繞部103b的第2端103i。第4

旋繞部103b的第2端103i位於孔104b的位置。

【0111】再者，第1旋繞部、第2旋繞部、第3旋繞部、及第4旋繞部的最外周的輪廓形狀亦可為其他形狀(例如正圓、橢圓、矩形)。

【0112】((變形例6-2))

第1旋繞部及第2旋繞部的連接、與第3旋繞部及第4旋繞部的連接，不限定於圖2A及圖2B所示的連接。亦即，流於第1旋繞部及第2旋繞部的交流電流的方向、與流於第3旋繞部及第4旋繞部的交流電流的方向，不限定於圖2A及圖2B所示的方向。

【0113】圖11A是表示第1線圈111及第1支持構件112的第2變形例的圖。圖11B是表示第2線圈113及第2支持構件114的第2變形例的圖。圖11A是對應於圖2A的圖，圖11B是對應於圖2B的圖。

【0114】第1支持構件112是用以支持第1線圈111的構件。第1線圈111固定於第1支持構件112。如圖11A所示，於第1支持構件112形成有孔112a、112b。孔112a、112b是對應於圖2A所示的孔2e、2f，是用以將第1線圈111往外部拉出的孔。第1支持構件112是相對於圖2A所示的第1支持構件2，將孔2e、2f改為孔112a、112b。

【0115】第1線圈111具有第1旋繞部111a、第2旋繞部111b、第1連接部111c、第1拉出部111d、及第2拉出部111e。第1旋繞部111a、第2旋繞部111b、第1連接部111c、第1拉出部111d、及第2拉出部111e為一體。

【0116】第1線圈111的捲繞次數為1[次]。第1旋繞部111a是以圍住其內側區域的方式旋繞的部分。第2旋繞部111b亦是以圍住其內側區域的方式旋繞的部分。第1旋繞部111a及第2旋繞部111b配置於同一水平面(X-Y平面)。

【0117】第1連接部111c是將第1旋繞部111a的第1端111f、與第2旋繞部111b的第1端111g相互連接的部分，且為不旋繞的部分。

第1拉出部111d連接於第1旋繞部111a的第2端111h。第1旋繞部111a的第2端111h位於孔112b的位置。第2拉出部111e連接於第2旋繞部111b的第2端111i。第2旋繞部111b的第2端111i位於孔112a的位置。

【0118】第2支持構件114是用以支持第2線圈113的構件。第2線圈113固定於第2支持構件114。如圖11B所示，於第2支持構件114形成有孔114a、114b。孔114a、114b對應於孔4e、4f，是用以將第2線圈113往外部拉出的孔。第2支持構件114是相對於圖2B所示的第2支持構件2，將孔4e、4f改為孔114a、114b。

【0119】第2線圈113具有第3旋繞部113a、第4旋繞部113b、第2連接部113c、第3拉出部113d、第4拉出部113e。第3旋繞部113a、第4旋繞部113b、第2連接部113c、第3拉出部113d、及第4拉出部113e為一體。

【0120】第3旋繞部113a是以圍住其內側區域的方式旋繞的部分。第4旋繞部113b亦是以圍住其內側區域的方式旋繞的部分。第3旋繞部113a及第4旋繞部113b配置於同

一水平面(X-Y平面)。

【0121】第2連接部113c是將第3旋繞部113a的第1端113f、與第4旋繞部113b的第1端113g相互連接的部分，且為不旋繞的部分。

第3拉出部113d連接於第3旋繞部113a的第2端113h。第3旋繞部113a的第2端113h位於孔114a的位置。第4拉出部113e連接於第4旋繞部113b的第2端113i。第4旋繞部113b的第2端113i位於孔114b的位置。

【0122】於圖2A、圖2B所示的構成，面向圖2A、圖2B的頁面，於同時刻，於第1旋繞部1a逆時針地流有電流，於第2旋繞部1b順時針地流有電流，於第3旋繞部3a順時針地流有電流，於第4旋繞部3b逆時針地流有電流。因此，流於2個旋繞部(第1旋繞部1a與第2旋繞部1b，第3旋繞部3a與第4旋繞部3b)的電流方向為相反方向。

【0123】相對於此，於圖11A、圖11B所示的構成，面向圖11A、圖11B的頁面，於同時刻，於第1旋繞部111a及第2旋繞部111b，順時針地流有電流，於第3旋繞部113a及第4旋繞部113b，順時針地流有電流。因此，流於2個旋繞部(第1旋繞部111a與第2旋繞部111b，第3旋繞部113a與第4旋繞部113b)的電流方向為相同方向(參考於圖11A及圖11B，於第1線圈111及第2線圈113旁所示的箭頭線)。從圖11A、圖11B所示情況的合成電感GL的交流電源電路所見的可變倍率 β ，雖與圖2A、圖2B所示構成的情況不同，但使合成電感GL變化的原理，在圖2A、圖2B及圖

11A、圖11B所示的任一構成均相同。

【0124】 (第2實施形態)

接著，說明第2實施形態。於第1實施形態，舉例說明了使第1線圈1轉動的情況。相對於此，於本實施形態，舉例說明使第1線圈1，往垂直於Z軸的方向(沿著第1線圈1的線圈面的方向)平行移動的情況。再者，垂直並非嚴密地垂直亦可，例如若在設計上的公差的範圍內，亦可視為垂直。此點在關於以下說明中的「垂直」亦同。如此，本實施形態與第1實施形態主要是用以移動第1線圈1的一部分構成不同。因此，於本實施形態的說明，針對與第1實施形態相同的部分，附上與附於圖1～圖11B的符號相同的符號等，並省略詳細的說明。

【0125】 本實施形態與第1實施形態的差異在於，形成於第1支持構件2的移動孔。

圖12A是表示本實施形態的第1支持構件121的構成一例的圖。圖12A是對應於圖2A的圖。圖12A是沿著Z軸觀看第1支持構件121的面之中之第1線圈1的安裝面的圖。圖12B是從同一方向，觀看第1線圈1及第1支持構件121、與第2線圈3及第2支持構件4的圖。圖12B是對應於圖7的圖。圖12B是表示將第1支持構件121的面之中與第1線圈1的安裝面相反側的面，從其上方(從Z軸的正方向朝向負方向)透視的圖。

【0126】 如圖12A所示，移動孔121a～121d具有長度方向(於圖12為Y軸方向)相互平行的跑道狀(相對於長方

形，短邊是往外側突出的半圓弧狀的形狀)。移動孔121a~121d的形狀及大小相同。移動孔121a、121b的Y軸方向位置及Z軸方向位置相同，X軸方向位置不同。移動孔121c、121d的Y軸方向位置及Z軸方向位置相同，X軸方向位置不同。又，移動孔121a、121c的X軸方向位置及Z軸方向位置相同，Y軸方向位置不同。移動孔121b、121d的X軸方向位置及Z軸方向位置相同，Y軸方向位置不同。移動孔121a~121d具有插入移動孔121a、121b、121c、121d的支架5a、5b、5c、5d及螺栓6a、6b、6c、6d，可往Y軸方向平行移動的大小及形狀。再者，形狀、大小、位置無須嚴密相同，例如若為設計上的公差範圍內，即可視為相同。

【0127】 如圖12B所示，於分別嵌合形成於已安裝第1線圈1的第1支持構件121的移動孔121a、121b、121c、121d、貫穿該移動孔121a、121b、121c、121d的支架5a、5b、5c、5d、與螺栓6a、6b、6c、6d的狀態下，第1線圈1及第1支持構件121可沿著移動孔121a、121b、121c、121d無階段地平行移動。於圖12B，支架5a、5b、5c、5d位於螺栓6a、6b、6c、6d之下(Z軸的負方向側)。如此，支架5a·螺栓6a、支架5b·螺栓6b、支架5c·螺栓6c、支架5d·螺栓6d分別會於移動孔121a、121b、121c、121d的形成範圍內動作。因此，如圖12B所示，已安裝第1線圈1的第1支持構件121往Y軸方向平行移動。

【0128】 於圖12B，隨著第1線圈1及第1支持構件121

的平行移動，合成電感 GL 成為小於最大值的值。因此，藉由微調，可容易地修正因製作上的誤差等所產生的實際電感值與電感設計值的差距。電感的調整結束後，為了以調整後的電感固定電抗器的電感，因此利用支架 $5a \sim 5d$ 、螺栓 $6a \sim 6d$ 及螺帽 $7a \sim 7d$ ，來固定第1支持構件121及第2支持構件4的相對位置。於本實施形態，支架 $5a \sim 5d$ 、12a、12b、螺栓 $6a \sim 6d$ 及螺帽 $7a \sim 7d$ 是作為保持構件發揮功能。於本實施形態，保持構件是於第1旋繞部1a及第2旋繞部1b與第3旋繞部3a及第4旋繞部3b保有間隔且平行的狀態下，保持第1線圈1及第2線圈3，以使藉由平行移動來調整位置的第1線圈1不動作。

【0129】圖13是表示第1線圈1及第2線圈3的位置關係一例的圖。圖13是對應於圖4的最下圖的圖。再者，合成電感 GL 為最小值、最大值時之第1線圈1及第2線圈3的配置一例，分別與圖4的最上圖、圖4的正中圖相同。

【0130】如圖13所示，將第1線圈1平行移動於 Y 軸方向並固定時，於第1線圈1的線圈面及第2線圈3的線圈面中記為(面1)的部分，藉由流於第1線圈1的電流所發生的磁通的方向、與藉由流於第2線圈3的電流所發生的磁通的方向會相互增強。另，於記為(面2)的部分，藉由流於第1線圈1的電流所發生的磁通的方向、與藉由流於第2線圈3的電流所發生的磁通的方向會相互削弱。因此，於來自流於第1線圈1的電流的磁通、及來自流於第2線圈3的電流的磁通，混合存在有相互增強的部分及相互削弱的部分。故，

合成電感 GL 為其最小值與最大值之間的數值。

【0131】如以上，將第1線圈1相對於第2線圈3平行移動，亦可獲得與第1實施形態同樣的效果。

於本實施形態，亦可採用第1實施形態所說明的變形例1、3~6的變形例。又，只要具有可涵蓋修正在因製造上的誤差等所產生的實際電感值與電感設計值的差距內之範圍的長度，無須如圖12A及圖12B所示構成移動孔121a~121d亦可。例如亦可於第1支持構件，形成連繫移動孔121a、121c的移動孔、及連繫移動孔121b、121d的移動孔之2個移動孔。又，亦可藉由將第2支持構件4變更為第1實施形態所說明的第1支持構件2，來使第1線圈1平行移動，使第2線圈3轉動。

【0132】再者，於本實施形態，不轉動第1線圈1及第2線圈3。因此，於本實施形態，第1線圈1及第2線圈3是與第1實施形態同樣地轉動，並適用第1實施形態所說明有關第1旋繞部1a、第2旋繞部1b、第3旋繞部3a及第4旋繞部3b的形狀及大小的規定。

【0133】(第3實施形態)

接著，說明第3實施形態。於第1實施形態，舉例說明了使第1線圈1轉動的情況，於第2實施形態，舉例說明了使第1線圈1平行移動的情況。相對於此，於本實施形態，舉例說明實現第1線圈1的轉動及平行移動雙方的情況。如此，於本實施形態及第1~第2實施形態，主要是用以移動第1線圈1的一部分構成不同。因此，於本實施形態的說

明，針對與第1～第2實施形態相同的部分，附上與附於圖1～圖13的符號相同的符號等，並省略詳細的說明。

【0134】本實施形態與第1～第2實施形態的差異在於形成於第1支持構件2的移動孔。

圖14是表示本實施形態的第1線圈1及第1支持構件141的構成一例的圖。圖14是對應於圖2A的圖，其為沿著Z軸觀看第1支持構件141的面之中之第1線圈1的安裝面的圖。

如圖14所示，移動孔141a、141b、141c、141d分別具有圓弧狀區域142a、142b、142c、142d及突出區域143a、143b、143c、143d。移動孔141a、141b、141c、141d合成了第1實施形態所說明的移動孔2a、2b、2c、2d與第2實施形態所說明的移動孔121a、121b、121c、121d。但與移動孔121a、121b、121c、121d重複的部分則從移動孔2a、2b、2c、2d刪除。

【0135】於分別嵌合形成於已安裝第1線圈1的第1支持構件141的移動孔141a、141b、141c、141d、分別貫穿該等移動孔141a、141b、141c、141d的支架5a、5b、5c、5d、與螺栓6a、6b、6c、6d的狀態下，第1線圈1及第1支持構件141可沿著移動孔141a、141b、141c、141d的圓弧狀區域142a、142b、142c、142d轉動。

又，於支架5a、5b、5c、5d及螺栓6a、6b、6c、6d分別位於突出區域143a、143b、143c、143d的狀態下，使第1支持構件141沿著突出區域143a、143b、143c、143d

移動，藉此第1線圈1及第1支持構件141可平行移動。於本實施形態，支架5a~5d、12a、12b、螺栓6a~6d及螺帽7a~7d是作為保持構件發揮功能。於本實施形態，保持構件是於第1旋繞部1a及第2旋繞部1b與第3旋繞部3a及第4旋繞部3b保有間隔且呈平行的狀態下，保持第1線圈1及第2線圈3，使藉由轉動及平行之雙方或一方來調整位置的第1線圈1不動作。

【0136】如以上，即便使第1線圈1相對於第2線圈3轉動及平行移動，仍可獲得與第1~第2實施形態相同的效果。進而言之，藉由如此，可更擴大電抗器的電感值的調整範圍。又，於本實施形態，亦可採用第1~第2實施形態所說明的各種變形例。

【0137】(第4實施形態)

接著，說明第4實施形態。於第1~第3實施形態，舉例說明了第1線圈1及第2線圈3的捲繞次數分別為1次的情況。相對於此，於本實施形態，說明第1線圈及第2線圈的捲繞次數為複數次的情況。如此的本實施形態與第1~第3實施形態，主要是第1線圈及第2線圈的捲繞次數不同。因此，於本實施形態的說明，針對與第1實施形態相同的部分，附上與附於圖1~圖14的符號相同的符號等，並省略詳細的說明。

【0138】<第1例>

圖15是表示本實施形態的電抗器的構成的第1例的圖。圖15是對應於圖1的圖。圖16A是表示第1線圈151及

第1支持構件2的構成的一例的圖。圖16B是表示第2線圈152及第2支持構件4的構成的一例的圖。圖16A及圖16B分別是對應於圖2A、圖2B的圖。

【0139】於本例，如圖15、圖16A及圖16B所示，第1線圈151及第2線圈152的捲繞次數分別設為2次，設為相同的捲繞次數。又，如圖15、圖16A及圖16B所示，第1線圈151及第2線圈152的形狀為平捲形狀。於此，平捲是指如圖15、圖16A及圖16B所示，於線圈面沿著平行方向捲繞複數次線圈。

【0140】若如此採用平捲形狀，於將第1線圈151及第2線圈152配置為其等的線圈面保有間隔G且相互平行時，可使圖15所示的線圈寬W變寬。線圈寬W是指構成線圈時相互鄰接的導體群之平行於線圈面的方向(於圖15為X軸方向)的長度。間隔G若相同，則線圈寬W越寬，磁通越不易通過間隔G之間，磁阻越大。因此，第1線圈151與第2線圈152的互感M變大。於本實施形態，亦可採用與第1實施形態所說明的方法同樣的方法，轉動第1線圈151，並減低製造上的誤差等所產生的實際電感值與電感設計值的差距。

如以上，第1線圈151及第2線圈152採用平捲形狀，捲繞次數設為複數次，亦可獲得與第1實施形態同樣的效果。

【0141】<第2例>

圖17是表示本實施形態的電抗器的構成的第2例的圖。圖17是對應於圖1的圖。圖18A是表示第1線圈171及

第1支持構件2的構成的一例的圖。圖18B是表示第2線圈172及第2支持構件4的構成的一例的圖。圖18A、圖18B分別是對應於圖2A、圖2B的圖。

【0142】於本例，如圖17、圖18A及圖18B所示，第1線圈171及第2線圈172的捲繞次數分別設為2次，設為相同的捲繞次數。又，如圖17、圖18A及圖18B所示，第1線圈171及第2線圈172的形狀為縱捲形狀。於此，縱捲是指如圖17、圖18A及圖18B所示，於線圈面沿著垂直方向(於圖17為Z軸方向)捲繞複數次線圈。

【0143】如此採用縱捲形狀時，線圈寬W與捲繞次數1次時相同。

相同捲繞次數時，相較於平捲形狀，縱捲形狀的2個線圈間的互感M變小。然而，電抗器的電感調整方法在平捲形狀及縱捲形狀時並無不同。

如以上，第1線圈171及第2線圈172採用縱捲形狀，捲繞次數設為複數次，亦可獲得與第1實施形態相同的效果。

【0144】<變形例>

於本實施形態，舉例說明了捲繞次數為2次的情況。但捲繞次數不限定於2次，3次以上亦可。捲繞次數因應電抗器大小、合成電感GL的大小及電抗器的成本等來決定即可。又，於本實施形態，舉例說明了第1線圈151的捲繞次數與第2線圈152的捲繞次數相同，第1線圈171的捲繞次數與第2線圈172的捲繞次數相同的情況。但該等捲繞次數不同亦可。

【0145】又，於本實施形態，舉例表示了對於第1實施形態所說明的第1支持構件2，適用第1線圈151、171及第2線圈152、172的情況。然而，例如對於第1實施形態的變形例2、第2實施形態或第3實施形態所說明的第1支持構件81、121、141，適用第1線圈151、171及第2線圈152、172亦可。又，對於第1實施形態的變形例6所說明的第1線圈101、111及第2線圈103、113，適用本實施形態的手法亦可。

又，於本實施形態，也可採用第1～第3實施形態所說明的各種變形例。

【0146】(第5實施形態)

接著，說明第5實施形態。於第1～第4實施形態，舉例說明了將分別安裝有1個線圈的2個支持構件(例如第1支持構件2及第2支持構件4)平行配置為，線圈間的距離成為間隔G。相對於此，於本實施形態，舉例說明安裝於1個支持構件(例如第1支持構件2及第2支持構件4)的線圈為複數個的情況。如此，本實施形態與第1～第4實施形態主要的差異是，安裝於1個支持構件的線圈數不同的構成。因此，於本實施形態的說明，針對與第1～第4實施形態相同的部分，附上與附於圖1～圖18的符號相同的符號等，並省略詳細的說明。

【0147】圖19A是表示第1線圈191a、191b及第1支持構件192的構成一例的圖。圖19B是表示第2線圈193a、193b及第2支持構件194的構成一例的圖。

第1線圈191a、191b是以其等的線圈面(8字狀的部分)的中央部相互重疊，且其等的線圈面恰好偏離90[°]的狀態下，配置・固定於第1支持構件192上。亦即，第1線圈191a、191b是以通過第1支持構件192的中心，且垂直於第1支持構件192的板面的軸作為對稱軸，配置・固定於4次旋轉對稱的位置。

【0148】同樣地，第2線圈193a、193b是以其等的線圈面(8字狀的部分)的中央部相互重疊，且其等的線圈面恰好偏離90[°]的狀態下，配置・固定於第2支持構件194上。亦即，第1線圈193a、193b是以通過第2支持構件194的中心，且垂直於第2支持構件194的板面的軸作為對稱軸，配置・固定於4次旋轉對稱的位置。

【0149】又，如於第1實施形態等已說明，配置第1線圈191a、191b及第1支持構件192時，於第1線圈191a、191b與第2線圈193a、193b保有間隔G的狀態下，使第1線圈191a、191b與第2線圈193a、193b的線圈面(第1支持構件192及第2支持構件194的板面)呈平行。間隔G為一定或可變均可。

【0150】於第1支持構件192，形成孔192a、192b，用以將第1線圈191a安裝於第1支持構件192，並且形成孔192c、192d、192e、192f，用以將第1線圈191b安裝於第1支持構件192。孔192e、192f是用以將第1線圈191b之重疊於第1線圈191a的部分，配置於與圖19A所示的面相反側的面，以使第1線圈191a、191b在圖19A所示的面上不

會相互干擾。又，於圖19A所示例中，於第1支持構件192，形成移動孔192g~192j，用以平行移動第1支持構件192，以調整電抗器的電感值。移動孔192g~192j具有與圖12A及圖12B所示的移動孔121a~121d相同的功能。

【0151】於第2支持構件194，形成孔194a、194b，用以將第2線圈193a安裝於第2支持構件194，並且形成孔194c、194d、194e、194f，用以將第2線圈193b安裝於第2支持構件194。孔194e、194f是用以使第2線圈193b之與第2線圈193a重疊的部分，位於與圖19B所示的面相反側的面，以使第2線圈193a、193b在圖19B所示的面上不會相互干擾。又，於第2支持構件194，形成移動孔194g~194j，用以將第2線圈193a、193b安裝於第2支持構件194。孔194g~194j具有與圖2B所示的孔4a~4d相同的功能。

如以上，於1個支持構件(第1支持構件192及第2支持構件194)安裝複數個線圈191a、191b、193a、193b，亦可獲得與第1實施形態同樣的效果。進而言之，如此可更擴大電抗器的電感值的調整範圍。

【0152】<變形例>

於本實施形態，舉例說明了第1線圈191a、191b及第2線圈193a、193b分別偏離 90° 而配置的情況。然而，第1線圈數及第2線圈數為3以上亦可。將第1線圈數設為N，第2線圈數設為N(N為2以上的整數)。N個線圈的配置角度偏離 $90/(N/2)^\circ$ 。如此一來，可參考圖4所說明的合成電感

GL的調整理論，來增減・調整N個第1線圈及N個第2線圈所形成的合成電感GL。

【0153】又，於本實施形態，舉例說明了使已安裝複數個第1線圈191a、191b的第1支持構件192，平行移動的情況。但如第1實施形態所說明，亦可使已安裝複數個第1線圈的第1支持構件轉動。又，如第3實施形態所說明，已安裝複數個第1線圈的第1支持構件進行轉動及平行移動雙方亦可。又，於本實施形態，亦可採用第1～第4實施形態所說明的各種變形例。再者，第1線圈191a、191b及第2線圈193a、193b的連接為全部串聯連接，全部並聯連接，或一部分串聯，其他一部分並聯均可。

【0154】(實施例)

接著，說明實施例。

<實施例1>

於本實施例，使用第4實施形態的第1例的電抗器。

第1線圈151及第2線圈152的形狀為圖15所示形狀。設第1線圈151的第1旋繞部151a及第2旋繞部151b的長度方向的長度為400[mm]，寬度方向的長度為200[mm]。設第2線圈152的第3旋繞部152a及第4旋繞部152b的長度方向的長度為400[mm]，寬度方向的長度為200[mm]。

【0155】將45sq的李茲線穿過軟管，作為第1線圈151及第2線圈152。第1線圈151及第2線圈152為相同物。串聯連接第1線圈151及第2線圈152。

維持固定第2線圈152，將第1線圈151對於第2線圈152

相對地轉動，調整轉動角度。於各轉動角度保持第1線圈151的狀態下，於第1線圈151及第2線圈152流通20[kHz]、1000[A]的高頻電流，測定合成電感GL及電抗器的電力損失。

【0156】已確認若維持固定第2線圈152，將第1線圈151對於第2線圈152相對地轉動，則合成電感GL會變化，且藉由調整其轉動角度，可微調電感。

【0157】若維持固定第2線圈152，將第1線圈151對於第2線圈152相對地轉動時，合成電感GL成為最小值的情況，是第1線圈151的第1旋繞部151a與第2線圈152的第4旋繞部152b相互重疊，且第1線圈151的第2旋繞部151b與第2線圈152的第3旋繞部152a相互重疊的情況(參考圖4的最上圖所示的狀態)。此時的電抗器的電感值為4.0[μH]，電抗器的電力損失為8.1[kW]。

【0158】另，若維持固定第2線圈152，將第1線圈151對於第2線圈152相對地轉動時，合成電感GL成為最大值的情況，是第1線圈151的第1旋繞部151a與第2線圈152的第3旋繞部152a相互重疊，且第1線圈151的第2旋繞部151b與第2線圈152的第4旋繞部152b相互重疊的情況(參考圖4的最下圖所示的狀態)。此時的電抗器的電感值為13.5[μH]。又，電抗器的電力損失為8.0[kW]，與合成電感GL為最小值的情況幾乎無變化。

【0159】已可確認依據實施例1所示驗證試驗結果，可將製造・組裝完的電抗器的電感值，簡單且正確地調整

為目標值。又，以往設計・製造電感規格為例如5[μH]、8[μH]、12[μH]3種不同的電抗器時，必須設計・製造3種不同的電抗器，之後調整所製造的電抗器。相對於此，於本實施例，已確認僅設計・製造1台電抗器，藉由出貨時的調整，可分別實現5[μH]、8[μH]、12[μH]不同規格的電抗器，可大幅地降低設計・製造步驟的成本。

再者，已確認將第4實施形態的第1例的第1線圈151及第2線圈152，適用於圖12A及圖12B所示第2實施形態的支持構件121，維持固定第2線圈152，將第1線圈151對於第2線圈152相對地平行移動時，合成電感GL亦會變化，藉由調整其移動量，可微調電感。

【0160】<實施例2>

於本實施例，製作一電抗器，該電抗器是將第5實施形態的第1線圈191a、191b及第2線圈193a、193b的捲繞次數設為5次，且於固定第2線圈193a、193b的狀態下，可轉動第1線圈191a、191b。第1線圈及第2線圈的形狀為圖19A及圖19B所示的形狀(其中，第1線圈及第2線圈的形狀為平捲形狀)。

將第1線圈及第2線圈的各旋繞部(第1旋繞部、第2旋繞部、第3旋繞部及第4旋繞部)的長度設為約400[mm]。

又，將45sq的李茲線穿過軟管，作為第1線圈及第2線圈。第1線圈191a、191b及第2線圈193a、193b為相同物。串聯連接全部線圈。

【0161】將第1線圈對於第2線圈相對地轉動，將第1

線圈的位置調整到合成電感 GL 成為最大值的位置，於該位置固定第1線圈。於如此構成的電抗器，將20[kHz]、500[A]的高頻電流通電。

測定電抗器的電感，第1線圈的位置調整所需時間為1小時。合成電感 GL 的最大值為51.5[μ H]，電抗器的電力損失為7.2[kW]。

【0162】 依據發明人的實績，就專利文獻2所記載的有鐵芯高頻電抗器，新製造與本實施例的電抗器同等規格的20[kHz]、500[A]、50[μ H]的電抗器的情況下，在在進行製造、通電試驗、及電感測定後，將電抗器的電感調整為目標值。因此，需要暫且拆解裝置，增減鐵芯的間隙後，進行再組裝及通電試驗，並再測定電感的步驟。

即使是僅追加1次電抗器解體、再組裝，即可完成的情況，最少也需要1整天的步驟。相對於此，於本實施例，如前述於電抗器製造後，可將電抗器的電感在1小時調整為目標值，確認大幅縮短電抗器的電感的調整步驟所帶來的成本降低效果。

【0163】 再者，以上說明的本發明的實施形態及實施例，均僅是表示實施本發明時的具體化範例，本發明的技術性範圍不得由該等實施形態及實施例限定性地解釋。亦即，本發明可不從其技術思想或其主要特徵脫離，而以各種形式來實施。

【0164】 產業上之可利用性

本發明可利用於具有感應性負載的電路等。

【符號說明】**【0165】**

- 1、101、111、151、171、191a、191b... 第1線圈
- 1a、101a、111a、151a... 第1旋繞部
- 1b、101b、111b、151b... 第2旋繞部
- 1c、101c、111c... 第1連接部
- 1d、101d、111d... 第1拉出部
- 1e、101e、111e... 第2拉出部
- 1f、101f、111f... 第1旋繞部的第1端
- 1g、101g、111g... 第2旋繞部的第1端
- 1h、101h、111h... 第1旋繞部的第2端
- 1i、101i、111i... 第2旋繞部的第2端
- 1j... 第2旋繞部的中心
- 1k... 第1旋繞部的中心
- 2、81、102、112、121、141、192... 第1支持構件
- 2a~2d、81a~81d、121a~121d、141a~141d、192g
~192j... 移動孔
- 2e、2f、4a~4f、102a、102b、104a、104b、112a、112b、
114a、114b、192a~192f、194a~194j... 孔
- 2g... 第1支持構件的中心
- 3、103、113、152、172、193a、193b... 第2線圈
- 3a、103a、113a、152a... 第3旋繞部
- 3b、103b、113b、152b... 第4旋繞部
- 3c、103c、113c... 第2連接部

3d、103d、113d... 第3拉出部
3e、103e、113e... 第4拉出部
3f、103f、113f... 第3旋繞部的第1端
3g、103g、113g... 第4旋繞部的第1端
3h、103h、113h... 第3旋繞部的第2端
3i、103i、113i... 第4旋繞部的第2端
3j... 第3旋繞部的中心
3k... 第4旋繞部的中心
4、104、114、194... 第2支持構件
4g... 第2支持構件的中心
5a~5d、12a、12b... 支架
6a~6d... 螺栓
7a~7d... 螺帽
12a~12c... 間隔件
142a~142d... 圓弧狀區域
143a~143d... 突出區域
C... 電容
G... 間隔
GL... 合成電感
k... 耦合係數
kmin... 耦合係數的最低值
ks... 標準耦合係數
L... 電感
L1... 第1線圈的自感

L2... 第2線圈的自感

M... 互感

R... 電阻

W... 線圈寬

β ... 可變倍率

β_{\min} ... 可變倍率的最低值



公告本

I658475

【發明摘要】

【中文發明名稱】

電抗器

【中文】

本發明是於第1支持構件形成環狀的移動孔，並且於第2支持構件形成孔。在支架及螺栓插入移動孔及孔的狀態下，沿著移動孔轉動第1線圈。使用支架、螺栓及螺帽固定第1線圈及第2線圈，以使第1線圈及第2線圈的線圈面平行。

【指定代表圖】 圖2A

【代表圖之符號簡單說明】

- 1... 第1線圈
- 1a... 第1旋繞部
- 1b... 第2旋繞部
- 1c... 第1連接部
- 1d... 第1拉出部
- 1e... 第2拉出部
- 1f... 第1旋繞部的第1端
- 1g... 第2旋繞部的第1端
- 1h... 第1旋繞部的第2端
- 1i... 第2旋繞部的第2端
- 1j... 第2旋繞部的中心
- 1k... 第1旋繞部的中心
- 2... 第1支持構件
- 2a~2d... 移動孔
- 2e、2f... 孔
- 2g... 第1支持構件的中心
- 5a~5d... 支架
- 6a~6d... 螺栓

【特徵化學式】

無

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種電抗器，該電抗器之作為電路的常數的電感為可變，且該電抗器特徵在於：

具有：

第1線圈，具有第1旋繞部、第2旋繞部、及第1連接部；

第2線圈，具有第3旋繞部、第4旋繞部、及第2連接部；

第1支持構件，支持前述第1線圈；

第2支持構件，支持前述第2線圈；及

保持構件，保持前述第1線圈及前述第2線圈，

前述第1旋繞部、前述第2旋繞部、前述第3旋繞部、及前述第4旋繞部是分別以圍住其內側區域的方式旋繞的部分，

前述第1連接部是將前述第1旋繞部的一端與前述第2旋繞部的一端相互連接的部分，

前述第2連接部是將前述第3旋繞部的一端與前述第4旋繞部的一端相互連接的部分，

前述第1線圈與前述第2線圈是串聯或並聯連接，

前述第1旋繞部與前述第2旋繞部位於同一面，

前述第3旋繞部與前述第4旋繞部位於同一面，

前述第1旋繞部及前述第2旋繞部、與前述第3旋繞部及前述第4旋繞部保有間隔且以平行的狀態配置，

前述第1線圈與前述第2線圈之雙方或一方，會進行轉動及平行移動之雙方或一方，其中前述轉動是以前述第1線圈及前述第2線圈的軸作為轉動軸而轉動，前述平行移

動是往垂直於前述軸的方向平行移動，

前述軸是通過前述第1旋繞部的中心及前述第2旋繞部的中心的中間位置、與前述第3旋繞部的中心及前述第4旋繞部的中心的中間位置的軸，

前述保持構件是由1個或複數個構件所構成，前述1個或複數個構件是用以進行使前述第1旋繞部及前述第2旋繞部、與前述第3旋繞部及前述第4旋繞部保有間隔且呈平行，並使進行前述轉動及前述平行移動之雙方或一方的前述第1線圈及前述第2線圈不動作。

【第2項】 如請求項1之電抗器，其中於前述第1支持構件及前述第2支持構件之雙方或一方，形成有移動孔，

於前述移動孔，插入有前述保持構件，

前述移動孔具有的大小及形狀，可讓插入前述移動孔的前述保持構件，往與垂直於前述軸的面平行的方向移動，

藉由插入前述移動孔的前述保持構件動作，前述第1支持構件及前述第2支持構件的雙方或一方會動作。

【第3項】 如請求項2之電抗器，其中於前述第1支持構件及前述第2支持構件之雙方或一方，形成有複數個移動孔，

前述複數個移動孔的形狀為圓弧狀，

藉由插入前述移動孔的前述保持構件動作，前述第1支持構件及前述第2支持構件的雙方及一方會轉動。

【第4項】 如請求項1至3中任一項之電抗器，其中藉由前述第1線圈及前述第2線圈之雙方或一方無階段地轉

動，而可採取第1狀態及第2狀態雙方的狀態，

前述第1狀態是前述第1線圈及前述第2線圈相互重疊，使得從前述第1線圈及前述第2線圈所發生的磁場的方向互為相同的狀態；

前述第2狀態是前述第1線圈及前述第2線圈相互重疊，使得從前述第1線圈及前述第2線圈所發生的磁場的方向互為相反的狀態。

【第5項】 如請求項1至3中任一項之電抗器，其中前述第1線圈及前述第2線圈之雙方或一方可進行前述轉動及前述平行移動之雙方。

【第6項】 如請求項1至3中任一項之電抗器，其中前述第1旋繞部、前述第2旋繞部、前述第3旋繞部、及前述第4旋繞部的形狀及大小為其等全長的60[%]以上的部分相同。

【第7項】 如請求項1至3中任一項之電抗器，其中從前述第1旋繞部及前述第2旋繞部所發生的磁場的方向互為相反；

從前述第3旋繞部及前述第4旋繞部所發生的磁場的方向互為相反。

【第8項】 如請求項1至3中任一項之電抗器，其中前述第1線圈及前述第2線圈的捲繞次數為2次以上。

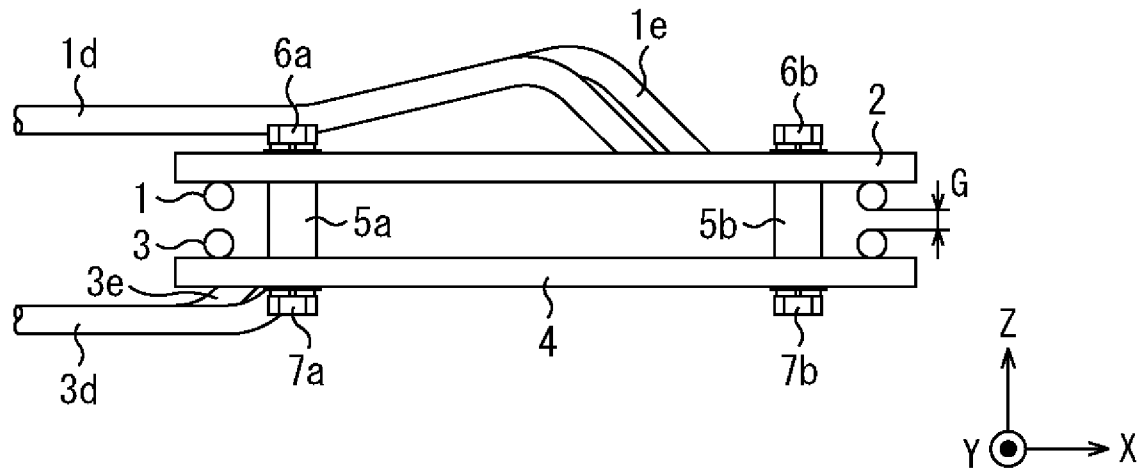
【第9項】 如請求項1至3中任一項之電抗器，其中前述第1線圈及前述第2線圈分別有複數個，

前述複數個第1線圈及前述複數個第2線圈為串聯或

並聯連接。

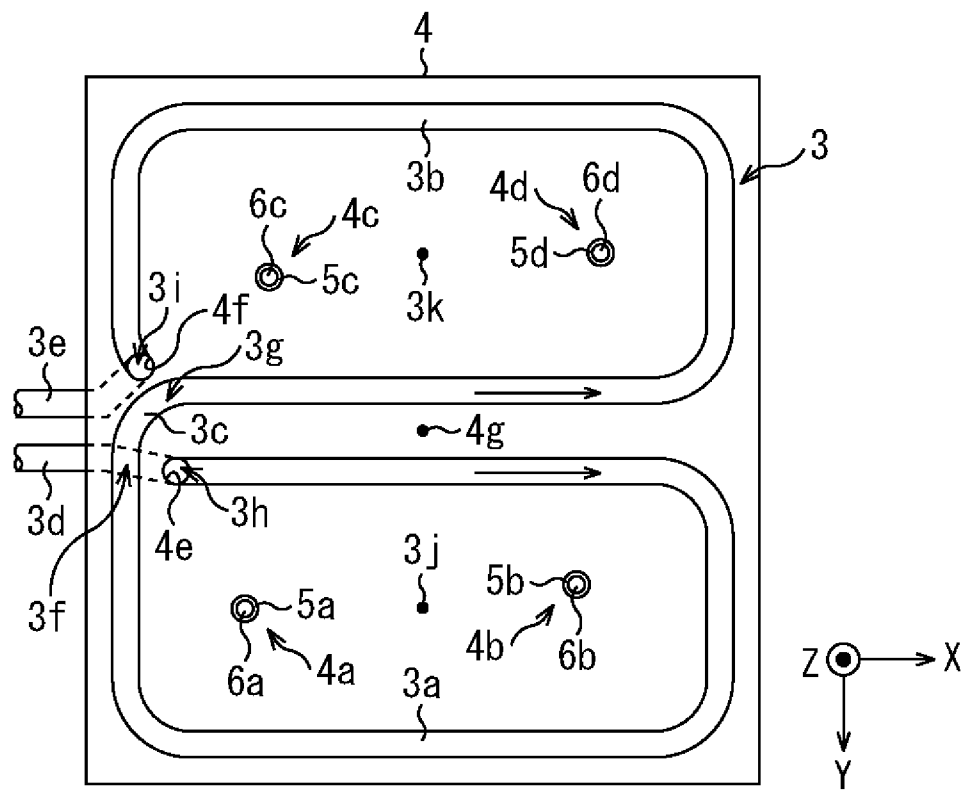
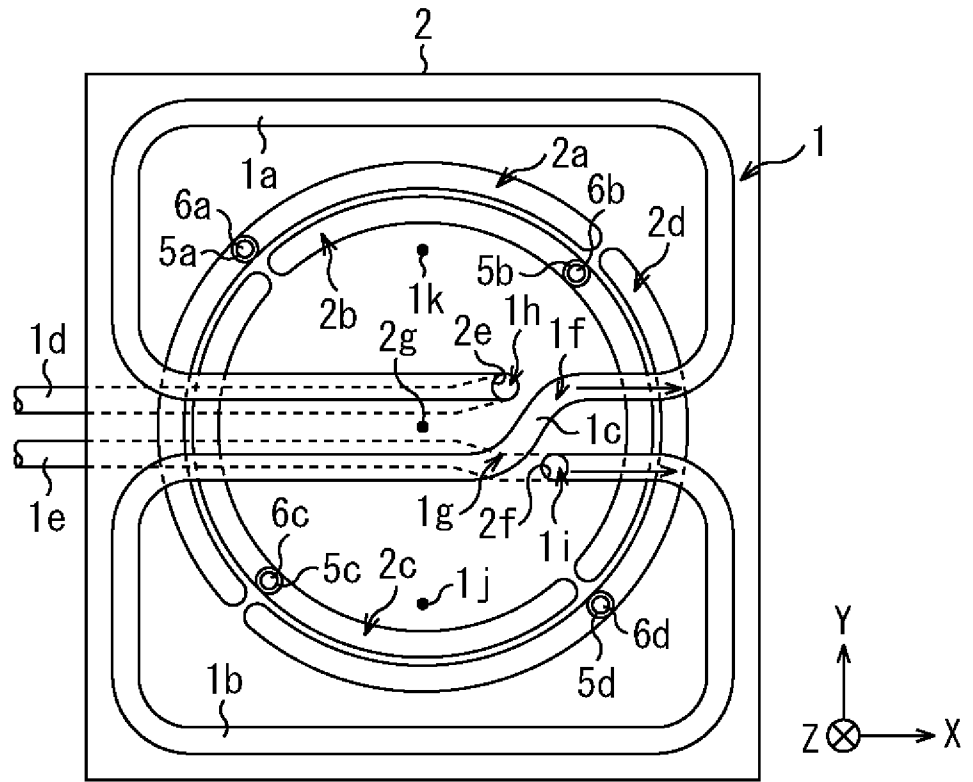
【第10項】如請求項1至3中任一項之電抗器，其中前述第1支持構件、前述第2支持構件、及前述保持構件具有絕緣性及非磁性。

【發明圖式】



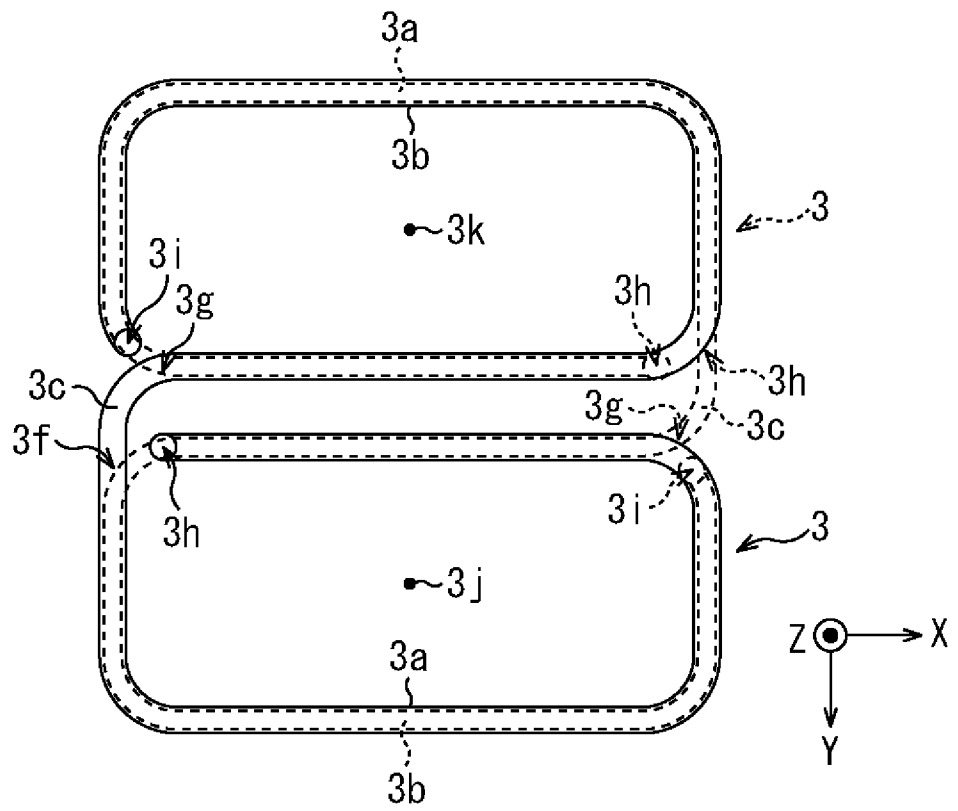
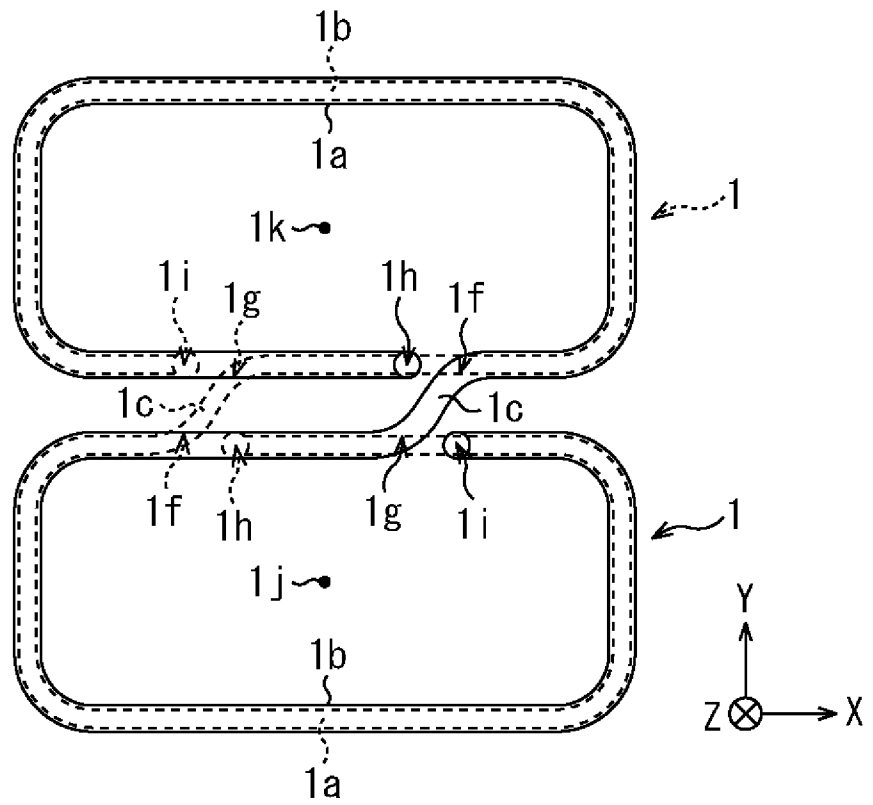
【圖1】

【圖2A】

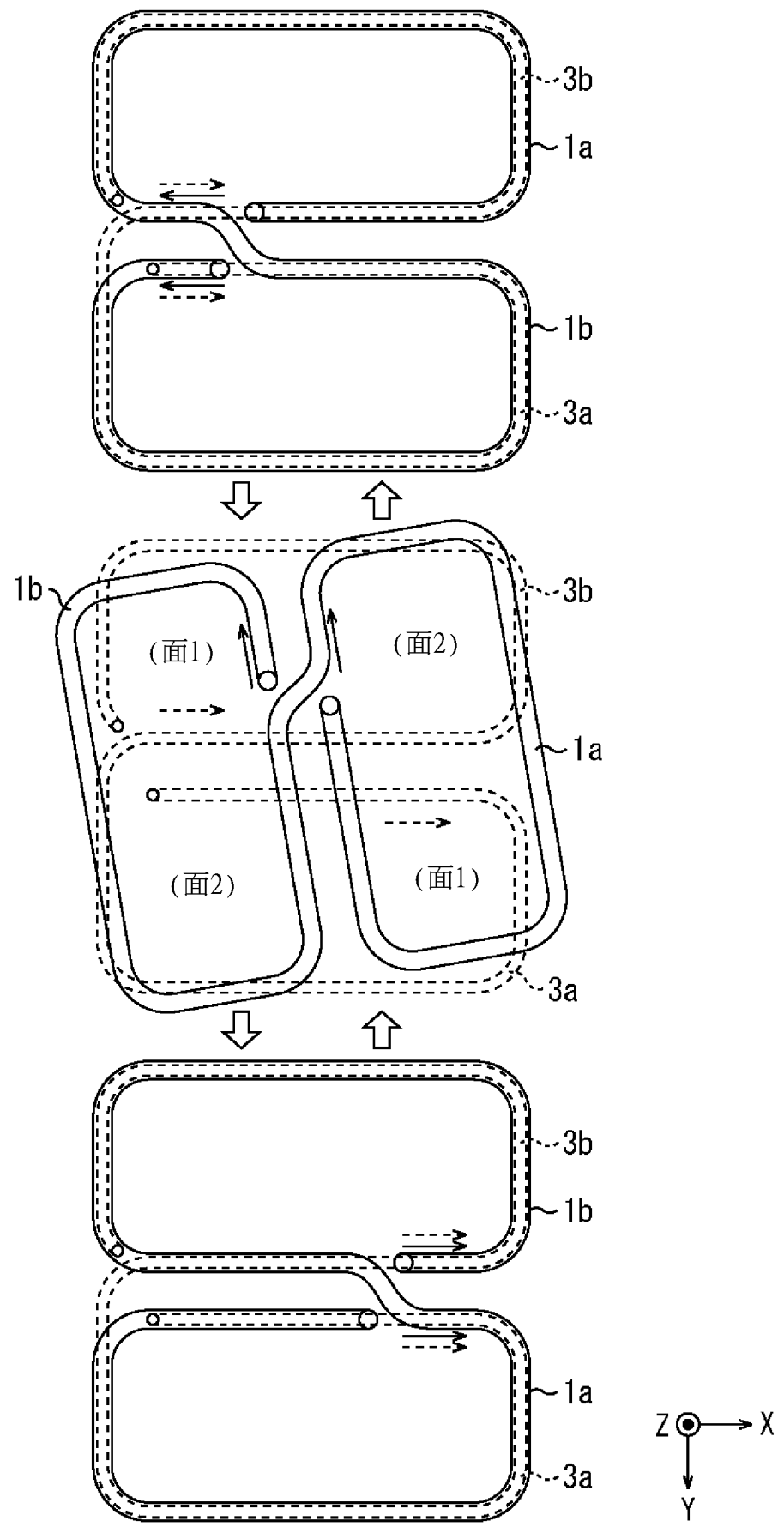


【圖2B】

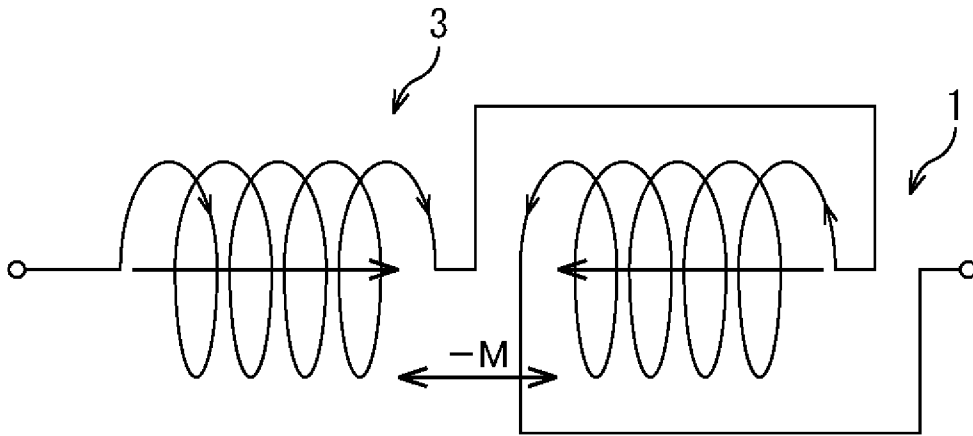
【圖3A】



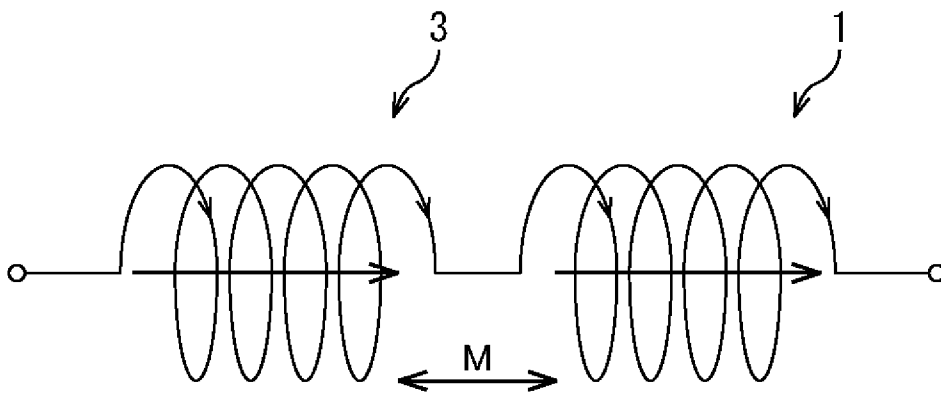
【圖3B】



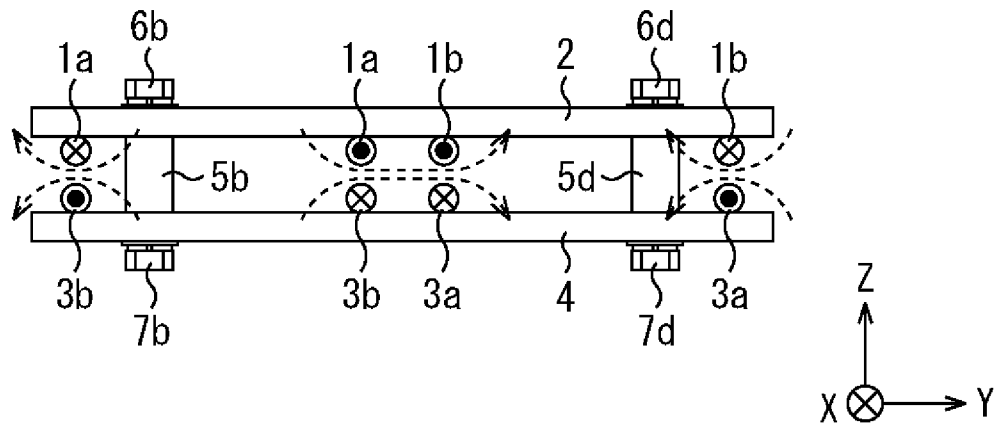
【圖4】



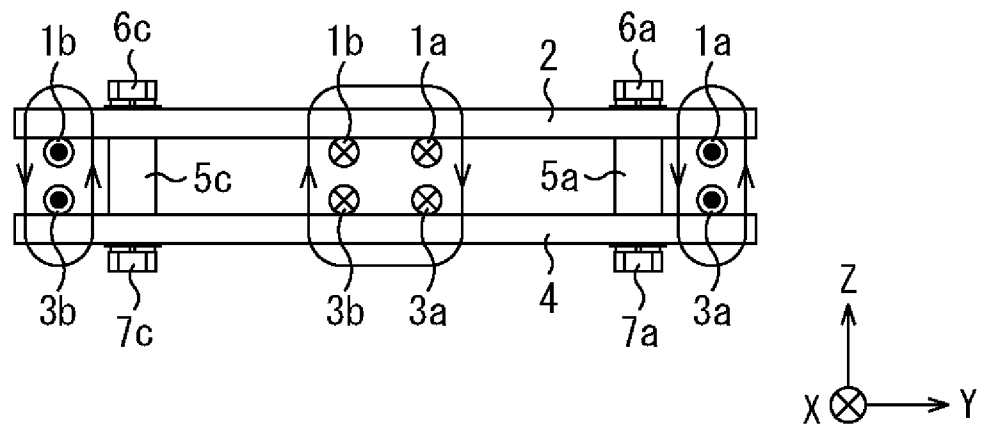
【圖5A】



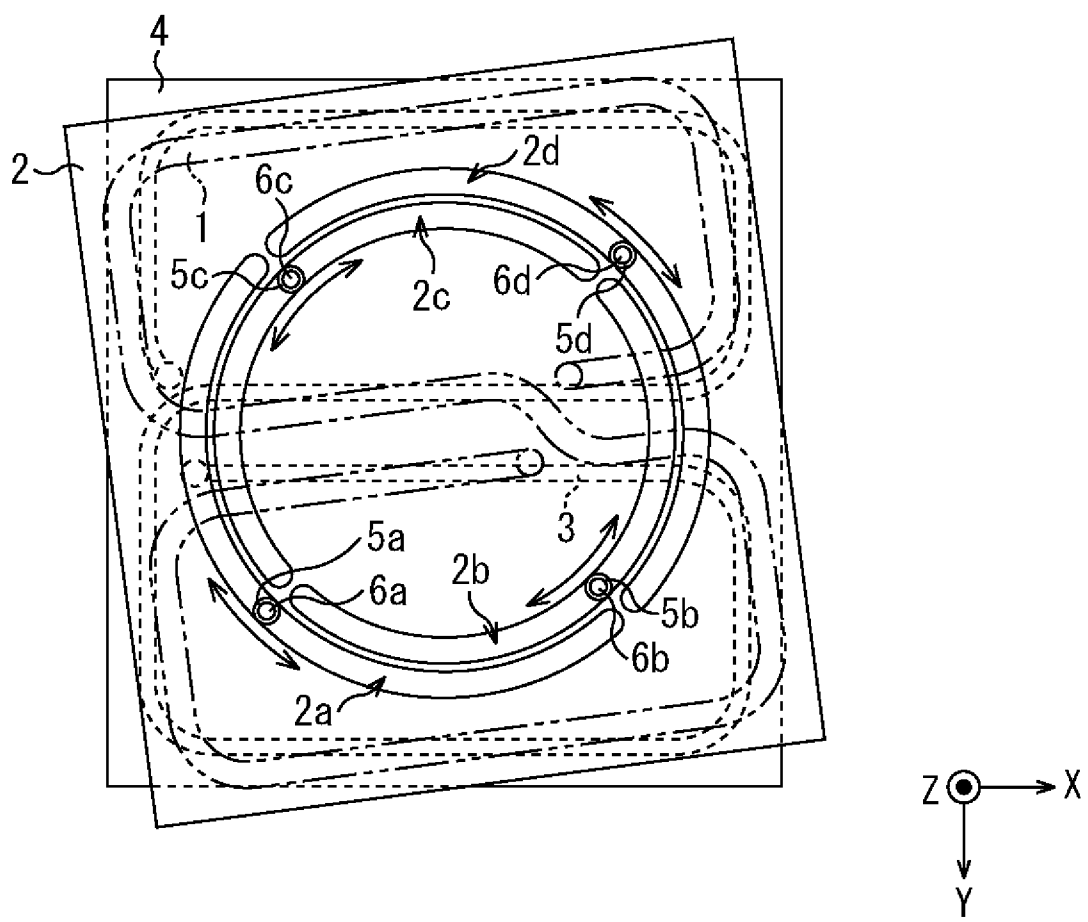
【圖5B】



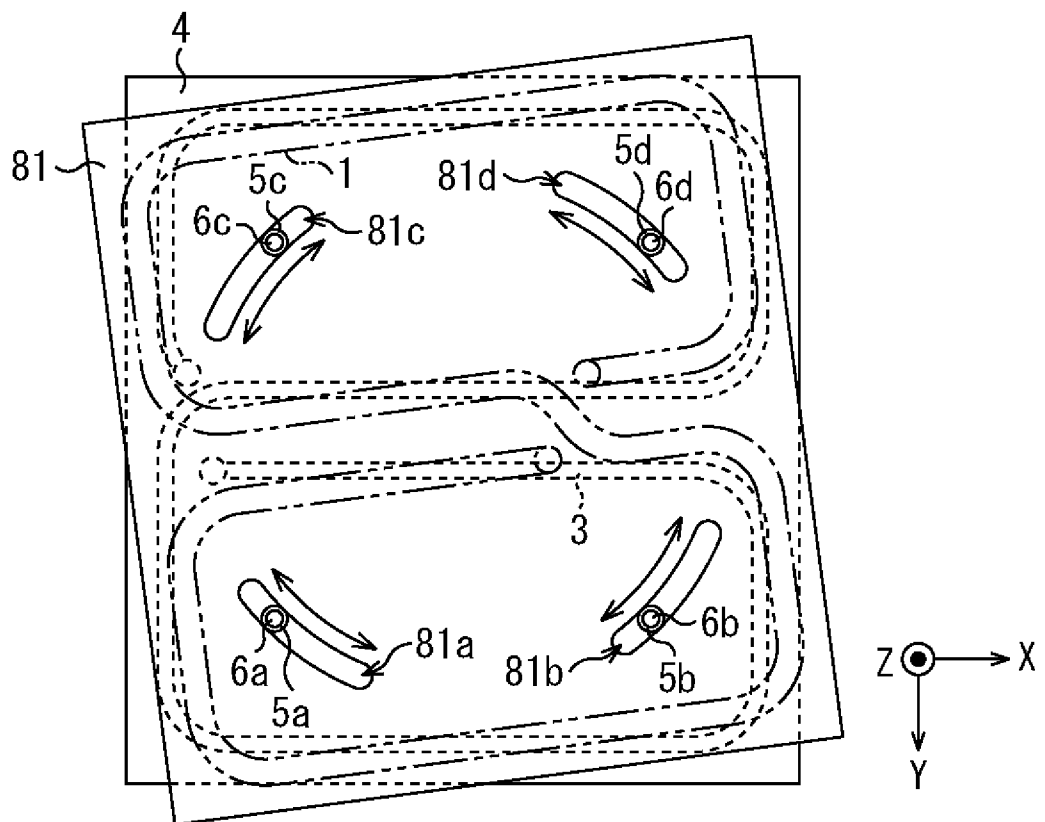
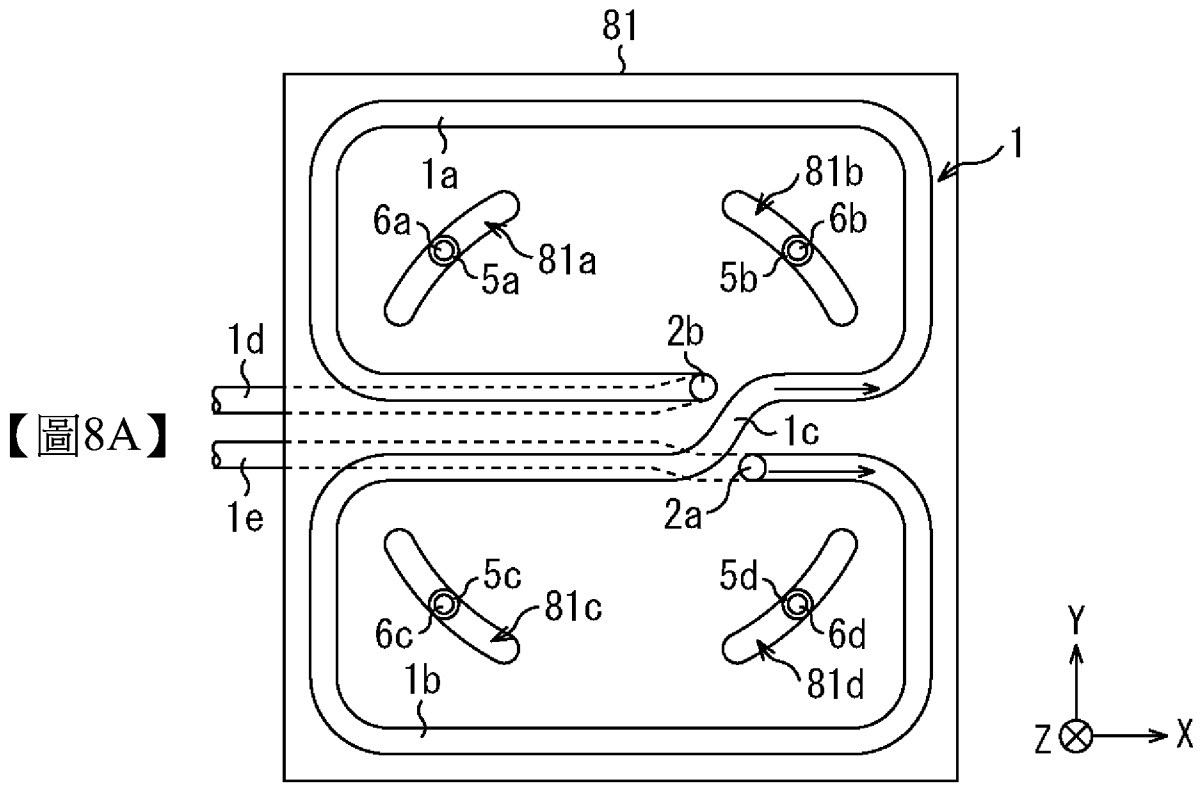
【圖6A】

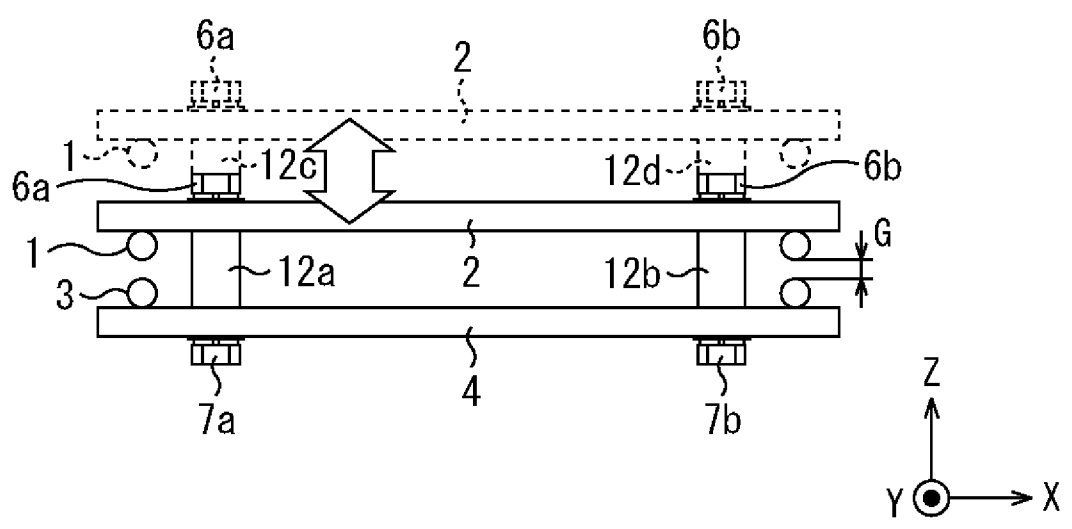


【圖6B】



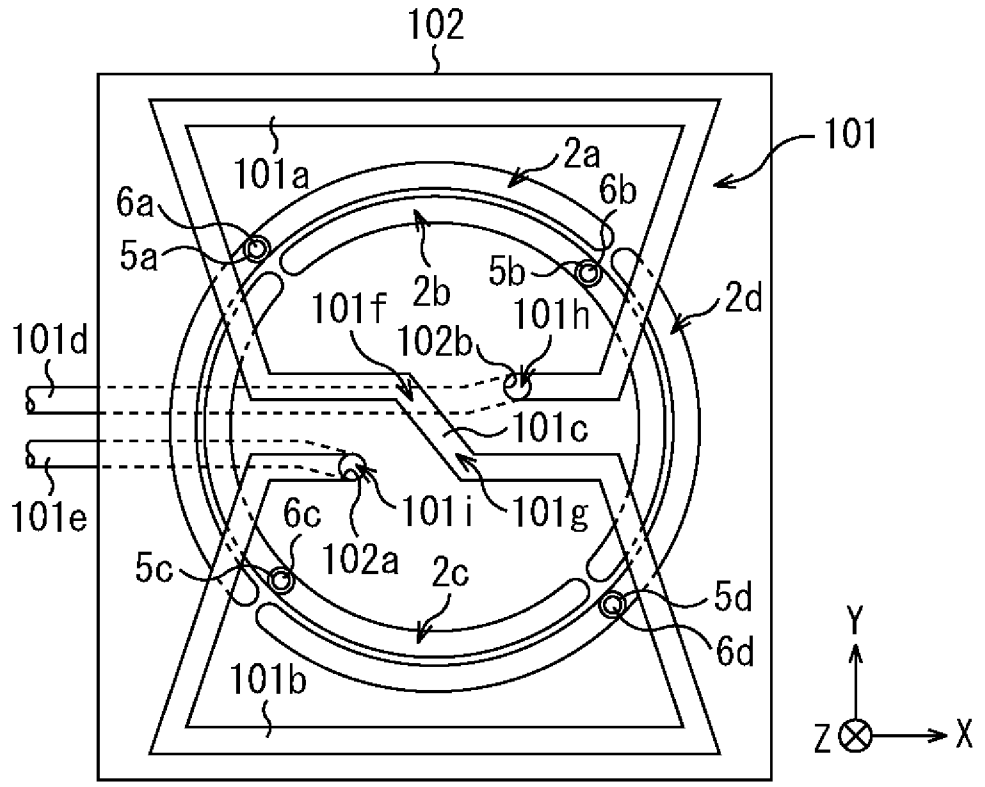
【圖7】



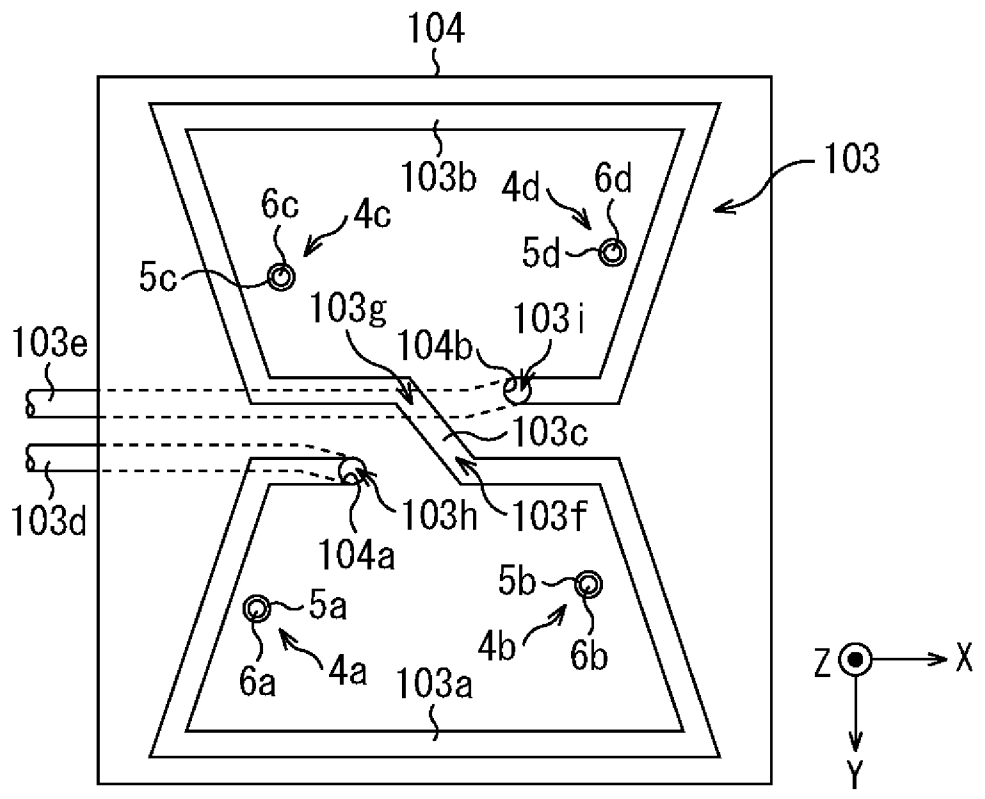


【圖9】

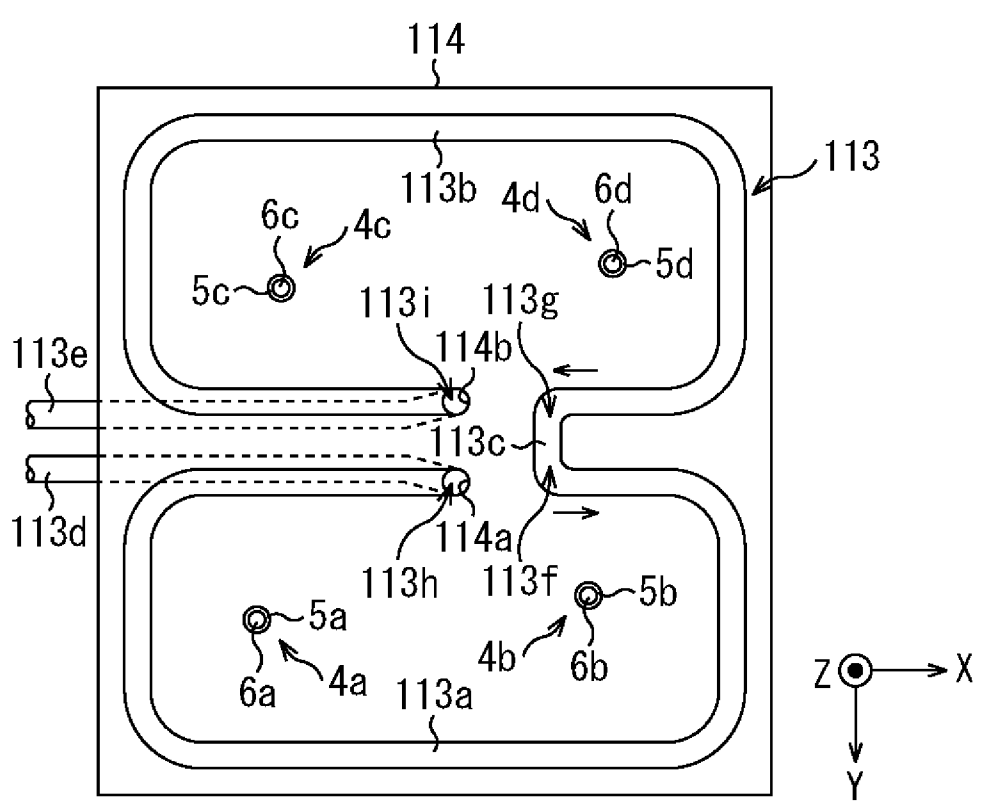
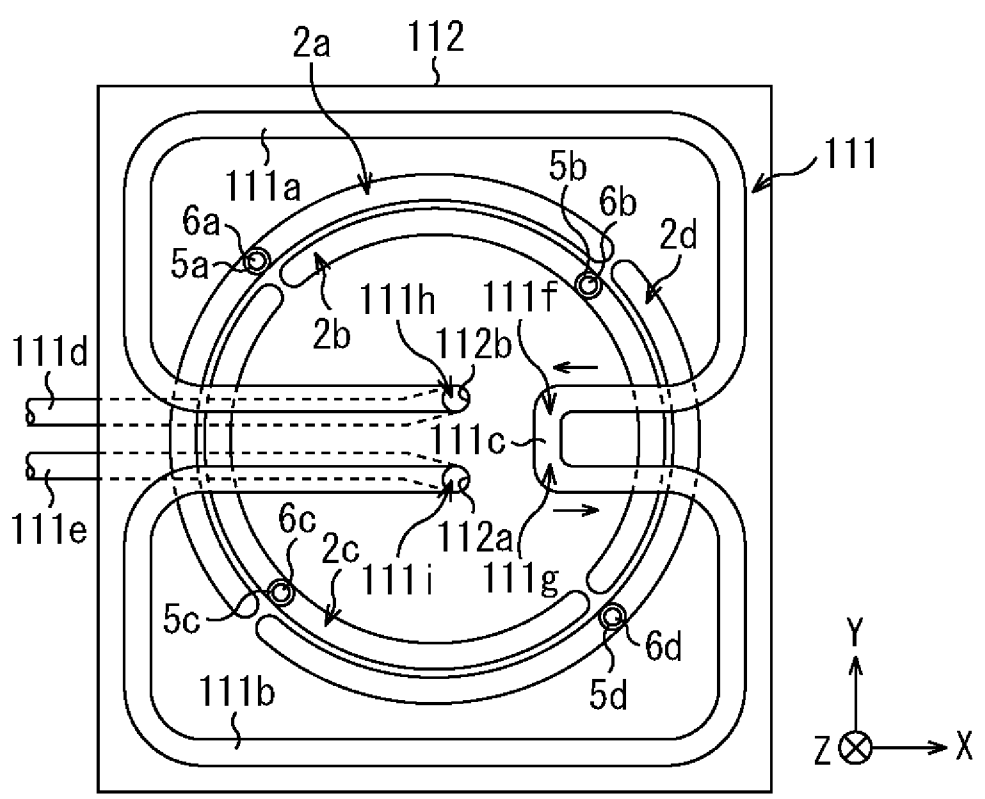
【圖10A】



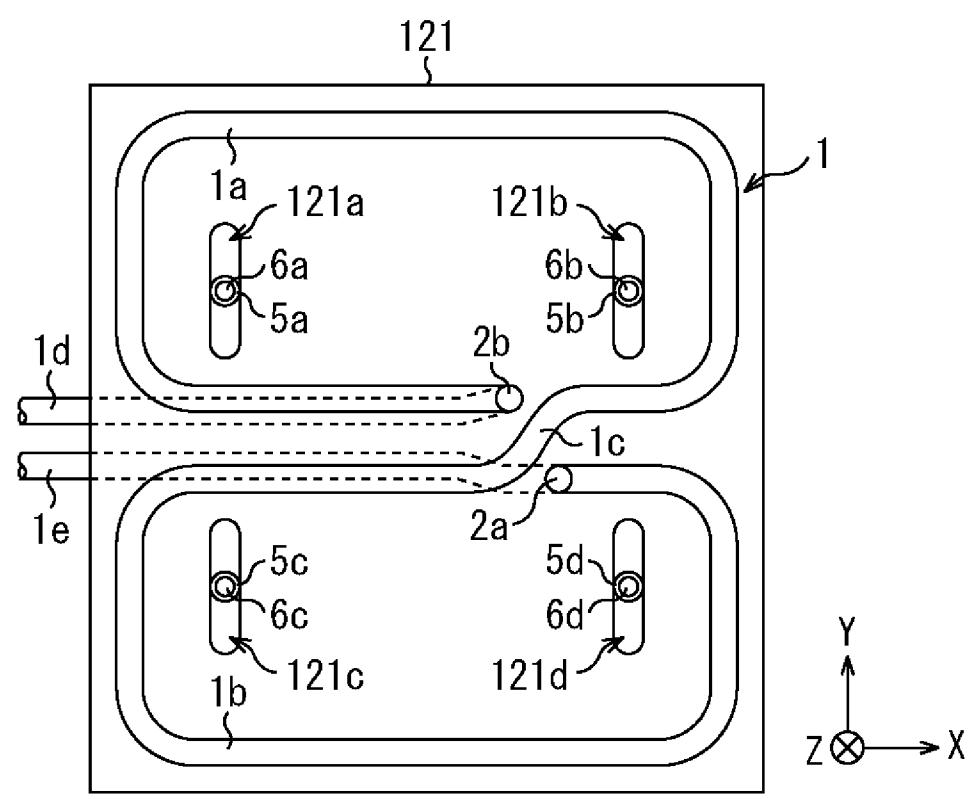
【圖10B】



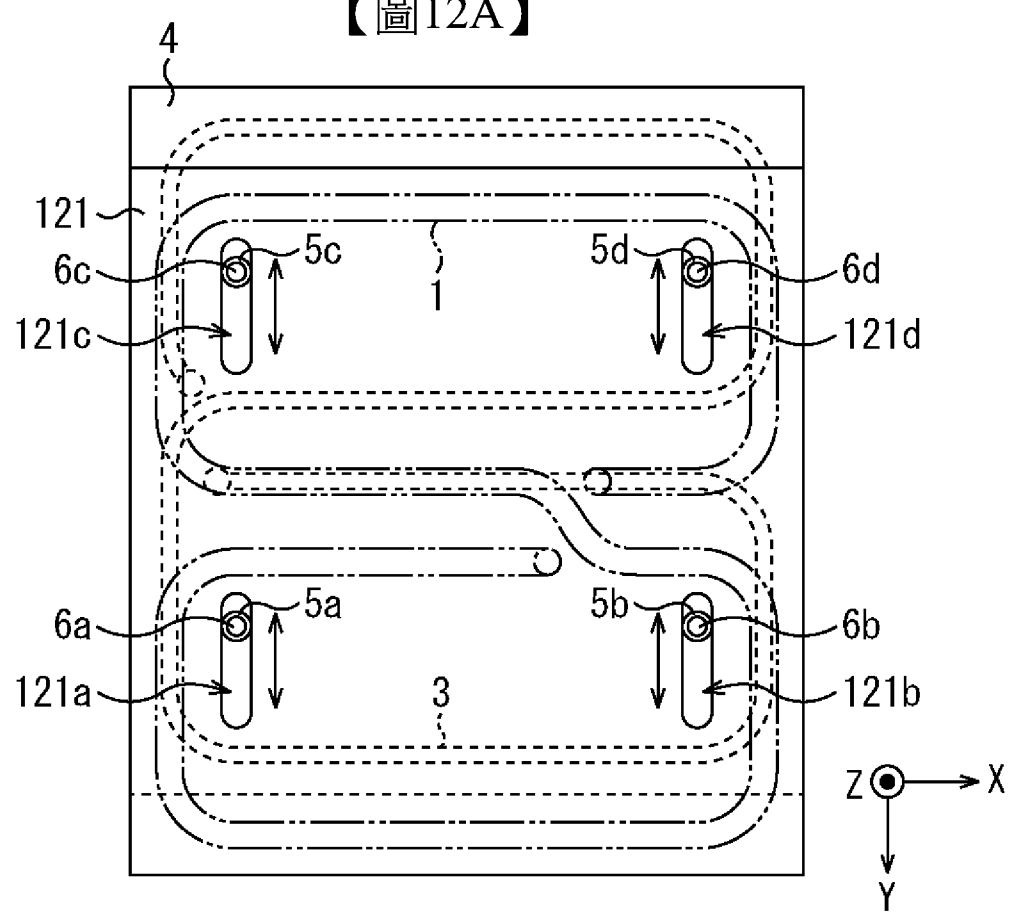
【圖11A】



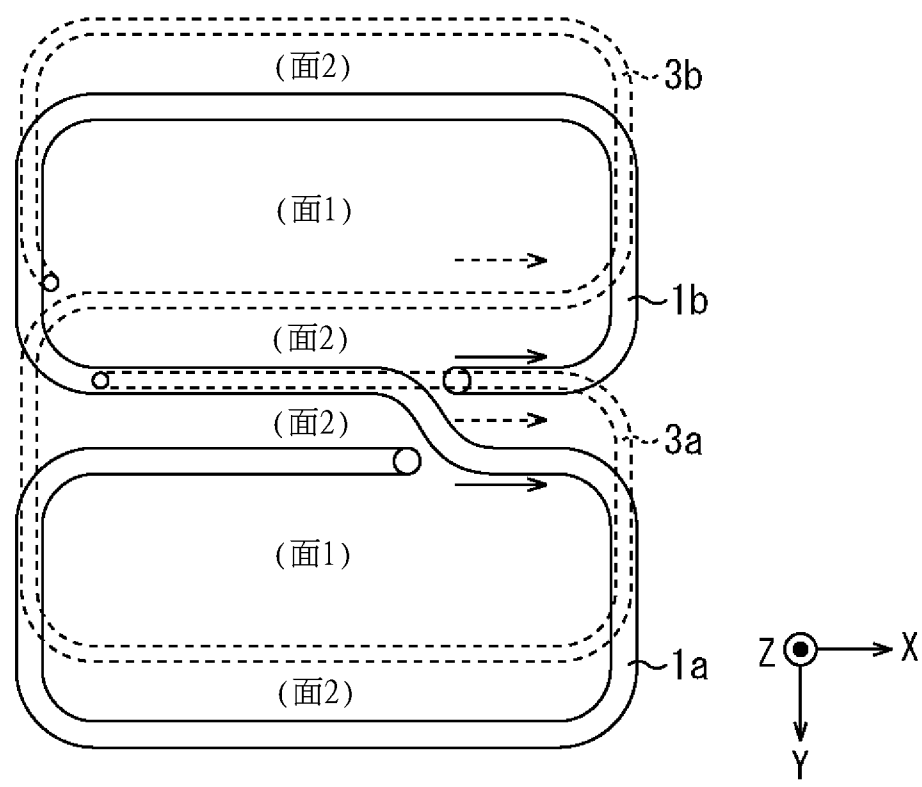
【圖11B】



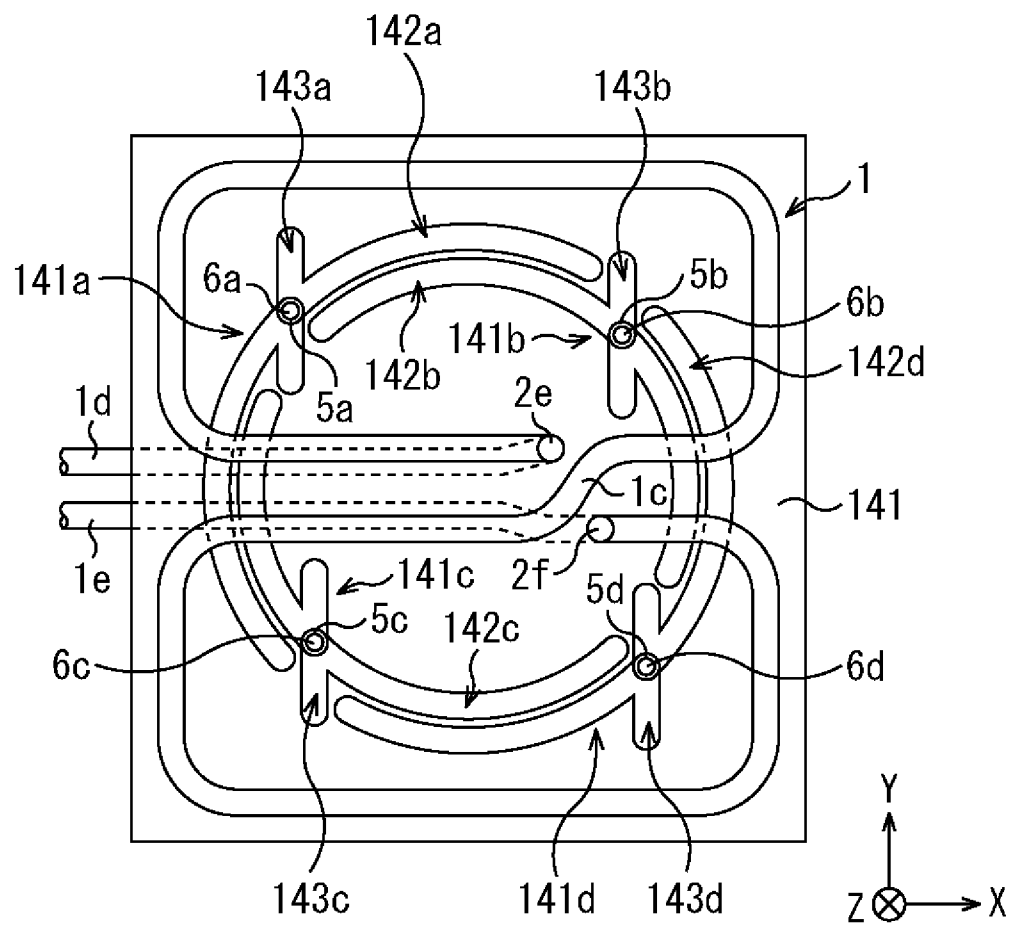
【圖12A】



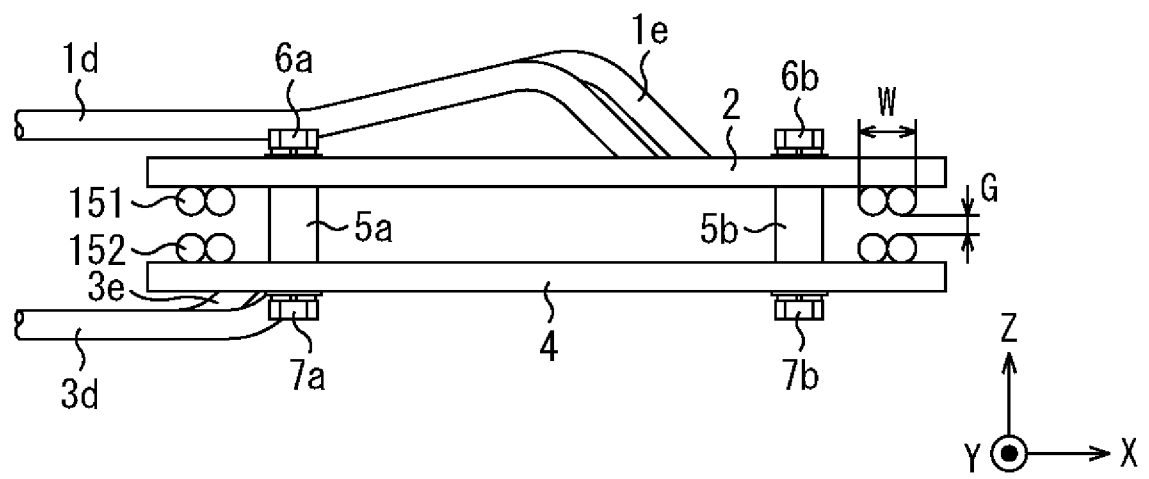
【圖12B】



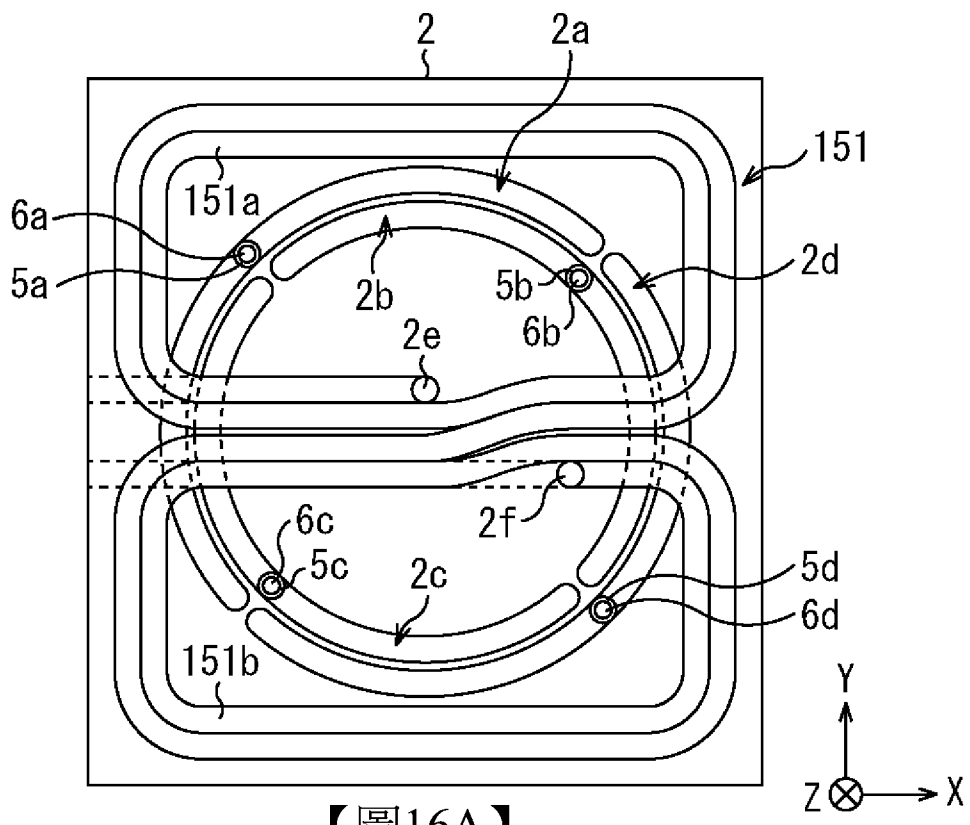
【圖13】



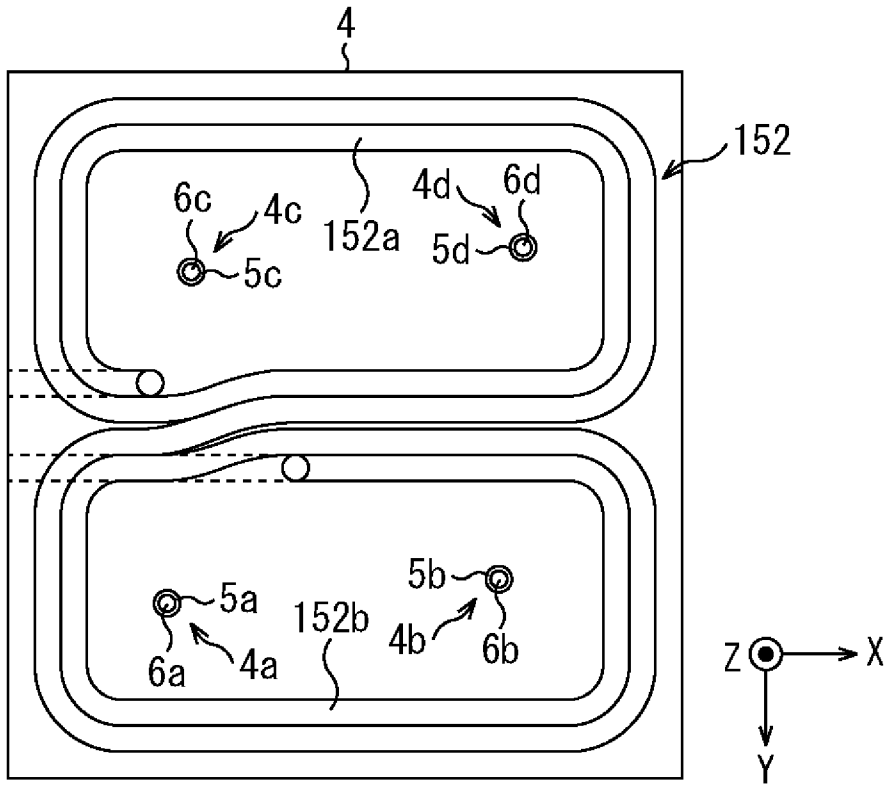
【圖14】



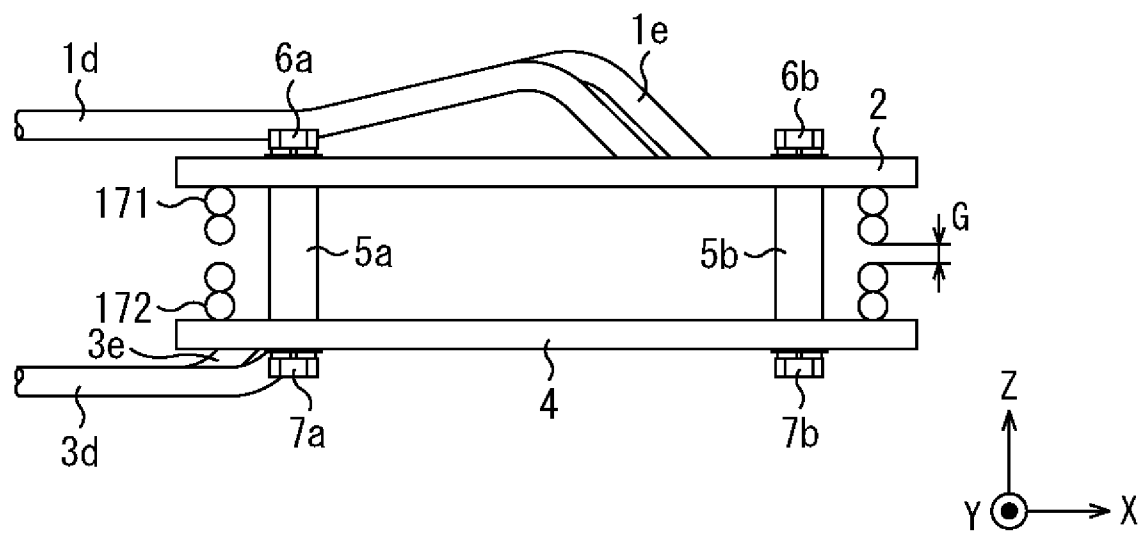
【圖15】



【圖16A】

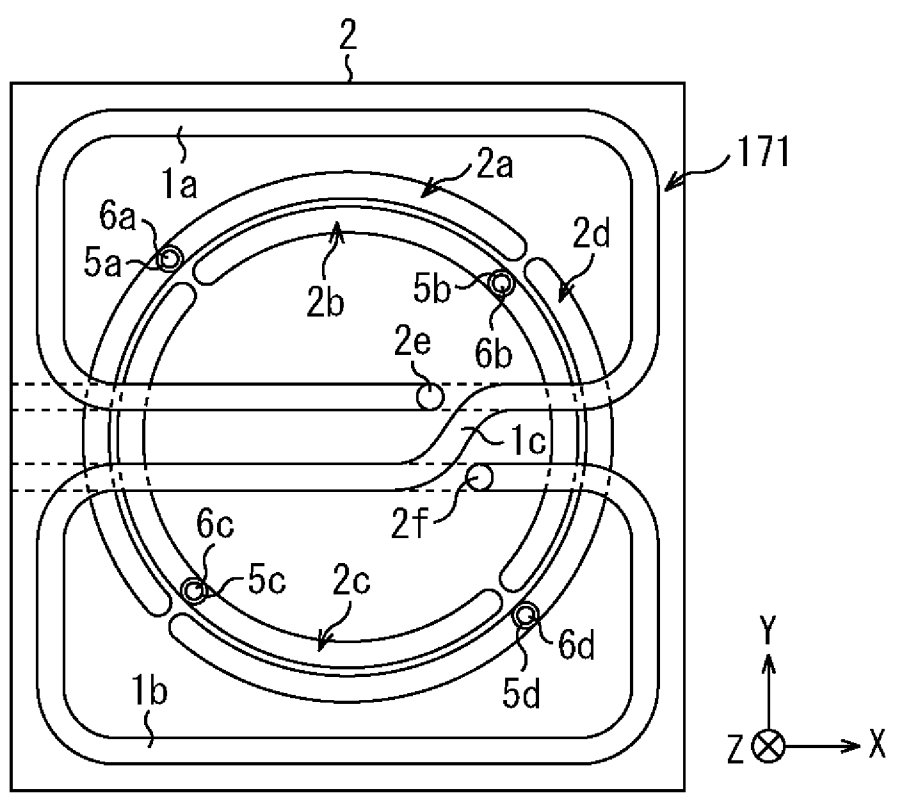


【圖16B】

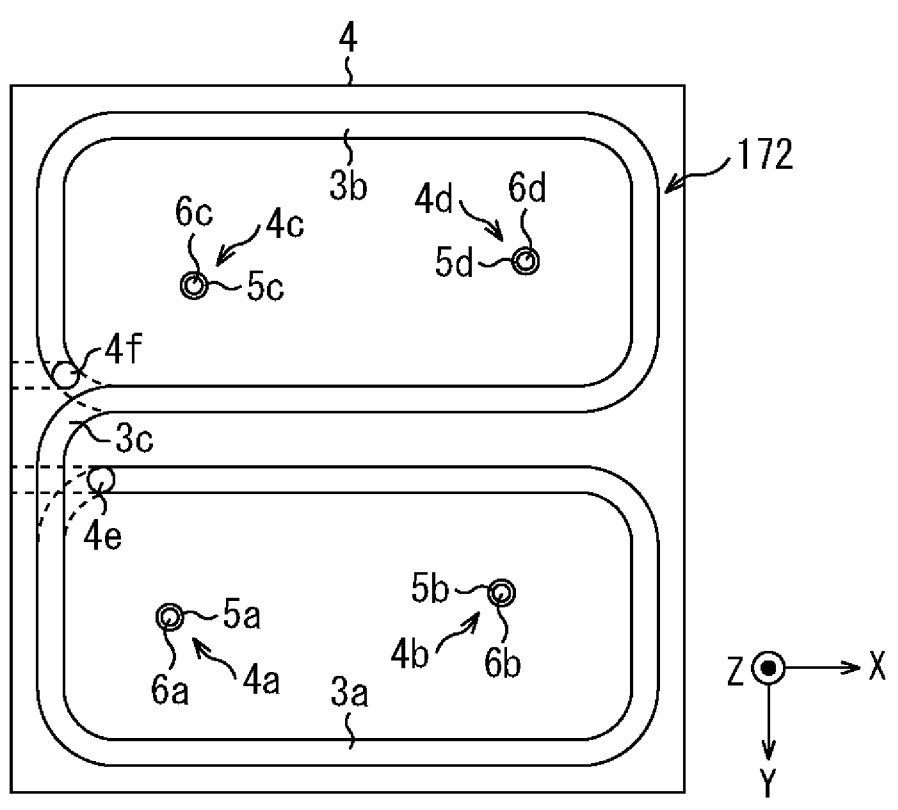


【圖17】

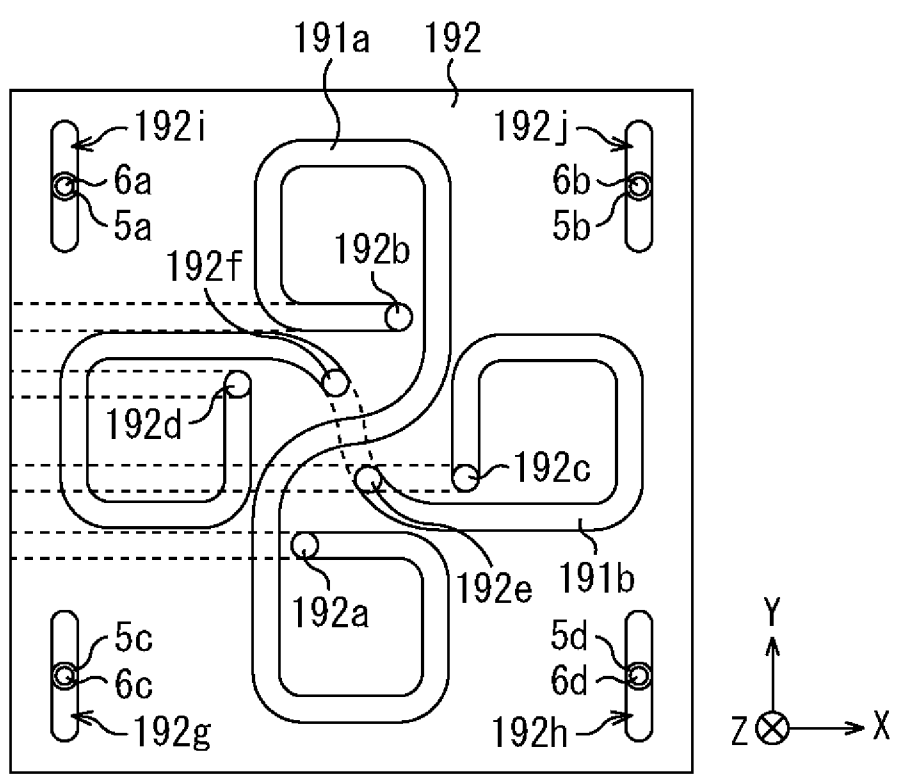
【圖18A】



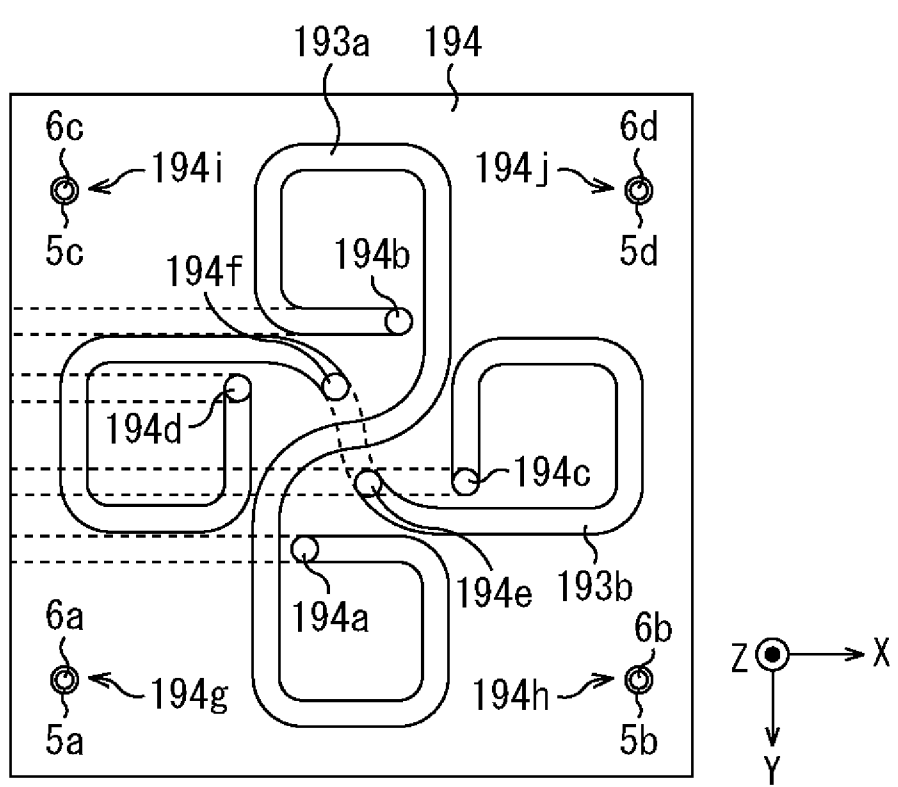
【圖18B】



【圖19A】



【圖19B】



【發明說明書】

【中文發明名稱】

電抗器

【技術領域】

【0001】發明領域

本發明是關於一種電抗器，特別關於一種適合使用在電路的電抗器。

【先前技術】

【0002】發明背景

迄今為了防止地球暖化，刪減二氧化碳等溫室效應氣體的排放量的需求擴大。例如在鋼鐵領域，已實現高效率運轉以高頻來進行加熱之用的感應加熱裝置。又，近年來增加導入一種感應加熱裝置，其作為加熱效率不佳的天然氣加熱爐之替代技術。又，在汽車・物流領域，進行非接觸式供電的技術開發，該技術是作為對於電動汽車・起重機等移動體的供電手段。

【0003】該等共通技術是於高頻發生裝置，串聯或並聯地連接電容器(電容C)與負載線圈(電感L)，使電壓共振或電流共振發生的技術。該等技術能以共振電流流於負載線圈時所發生的磁通，非接觸式地加熱被加熱物。又，該等技術可利用電磁感應現象來非接觸式地供電，其中前述電磁感應現象是基於共振電流流於負載線圈時所發生的磁通。再者，共振電流是指頻率為共振頻率的電流。

【0004】如此利用共振現象時，若決定了電容器(電容

C)與加熱線圈・負載線圈(電感L)，則可無歧異地決定高頻發生裝置的頻率(共振頻率)。

就共振電路而言，電容C及電感L、與負載電路的電阻R是決定負載阻抗的要素。因此，必須取得電容C及電感L各自的數值的平衡。

【0005】依該等加熱線圈・負載線圈的電感L的大小，高頻發生裝置的動作頻率有時不會成為共振頻率。該情況下，大多在構成高頻發生裝置的電路，另外追加・設置用以提供固定電感的電抗器。

作為在電路追加・設置的電感要素的電抗器，包括不使用鐵芯的空芯電抗器、或利用鐵芯的電抗器。關於這類電抗器的技術包括專利文獻1~6所記載的技術。

【0006】於專利文獻1，揭示一種保持、固定空芯電抗器的手段，來作為伴隨於空芯電抗器的電磁力的振動對策。具體而言，於專利文獻1所記載的技術，使2個以上的棒體貫穿空芯電抗器。將該等2個以上的棒體固定於L字型支持物。

【0007】於專利文獻2，揭示一種緩和和高頻電抗器的電場的手段，來作為由利用鐵芯的高頻電抗器在高電壓下發生電暈放電的對策。具體而言，於專利文獻2所記載的技術，是藉由複數個鐵芯塊來構成鐵芯，其中前述複數個鐵芯塊是於相互空出間隔的狀態下，配置於上下方向。藉由導電性的上固定板固定鐵芯的上端。藉由導電性的下固定板固定鐵芯的下端。下固定板經由礙子連接於基座。基