



(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 I851086 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 08 月 01 日

(21)申請案號：112109718

(22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 03 月 16 日

(51)Int. Cl. : H04B3/02 (2006.01)

H03H9/46 (2006.01)

H01P1/20 (2006.01)

H01P3/08 (2006.01)

(71)申請人：英業達股份有限公司 (中華民國) INVENTEC CORPORATION (TW)

臺北市士林區後港街 66 號

(72)發明人：江志謙 CHIANG, CHIH-CHIEN (TW)

(74)代理人：許世正

(56)參考文獻：

US 4250473A1

US 2014/0062611A1

US 2018/0102578A1

審查人員：張智杰

申請專利範圍項數：8 項 圖式數：8 共 27 頁

(54)名稱

共模濾波器及訊號傳輸電路

(57)摘要

一種共模濾波器，包含一基板、一第一導電層、一接地層、二導電線及二被動元件。所述基板具有一第一面、一第二面及多個通孔，其中所述第一面及第二面對設置，且所述多個通孔各貫穿所述第一面及第二面。所述第一導電層設置於所述基板的第一面。所述接地層設置於所述基板的第一面且與所述第一導電層相間隔。所述二導電線設置於所述基板的第二面，其中所述二導電線的每一者的一端透過所述多個通孔的一者電性連接於所述第一導電層。所述二被動元件電性連接所述接地層與所述第一導電層。

A common mode filter comprises a substrate, a first conductive layer, a ground layer, two conductive wires and two passive elements. The substrate has a first surface, a second surface and a plurality of through holes, wherein the first surface and the second surface are opposite to each other, and the plurality of through holes respectively pass through the first surface and the second surface. The first conductive layer is disposed on the first surface of the substrate. The ground layer is disposed on the first surface of the substrate and spaced from the first conductive layer. The two conductive wires are disposed on the second surface of the substrate, wherein one end of each of the two conductive wires is electrically connected to the first conductive layer through one of the plurality of through holes. The two passive elements are electrically connected to the ground layer and the first conductive layer.

指定代表圖：

符號簡單說明：

10:共模濾波器

11:基板

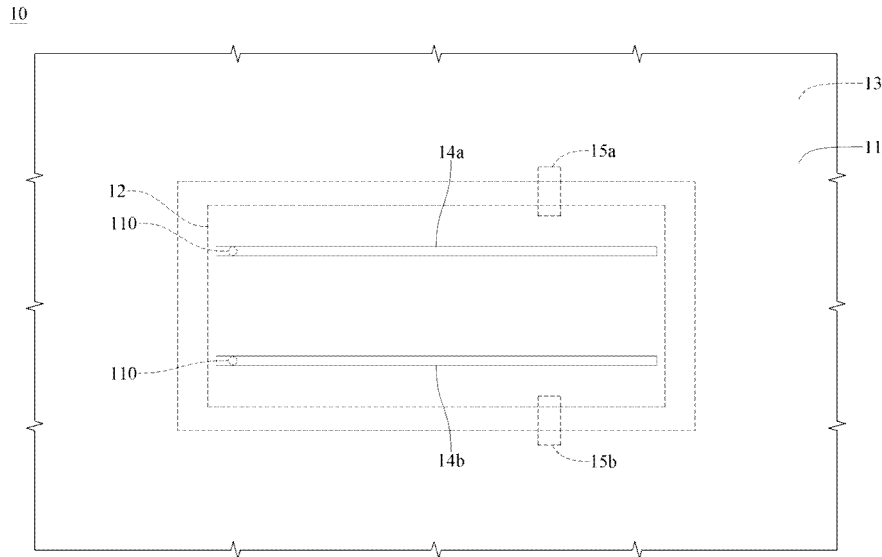
110:通孔

12:第一導電層

13:接地層

14a,14b:導電線

15a,15b:被動元件



【圖1】



I851086

【發明摘要】

【中文發明名稱】 共模濾波器及訊號傳輸電路

【英文發明名稱】 COMMON MODE FILTER AND SIGNAL

TRANSMISSION CIRCUIT

【中文】

一種共模濾波器，包含一基板、一第一導電層、一接地層、二導電線及二被動元件。所述基板具有一第一面、一第二面及多個通孔，其中所述第一面及第二面相對設置，且所述多個通孔各貫穿所述第一面及第二面。所述第一導電層設置於所述基板的第一面。所述接地層設置於所述基板的第一面且與所述第一導電層相間隔。所述二導電線設置於所述基板的第二面，其中所述二導電線的每一者的一端透過所述多個通孔的一者電性連接於所述第一導電層。所述二被動元件電性連接所述接地層與所述第一導電層。

【英文】

A common mode filter comprises a substrate, a first conductive layer, a ground layer, two conductive wires and two passive elements. The substrate has a first surface, a second surface and a plurality of through holes, wherein the first surface and the second surface are opposite to each other, and the plurality of through holes respectively pass through the first surface and the second surface. The first conductive layer is disposed on the first surface of the

substrate. The ground layer is disposed on the first surface of the substrate and spaced from the first conductive layer. The two conductive wires are disposed on the second surface of the substrate, wherein one end of each of the two conductive wires is electrically connected to the first conductive layer through one of the plurality of through holes. The two passive elements are electrically connected to the ground layer and the first conductive layer.

【指定代表圖】 圖1

【代表圖之符號簡單說明】

10:共模濾波器

11:基板

110:通孔

12:第一導電層

13:接地層

14a,14b:導電線

15a,15b:被動元件

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】 共模濾波器及訊號傳輸電路

【英文發明名稱】 COMMON MODE FILTER AND SIGNAL

TRANSMISSION CIRCUIT

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種共模濾波器及訊號傳輸電路，特別係關於一種適用於差動訊號線之共模濾波器及訊號傳輸電路。

【先前技術】

【0002】 隨著近年來的高速數位訊號的演進，為了達到更高速的訊號傳遞需求，差動訊號線對的時脈也跟著持續往更高的頻率方向在進步，伴隨而來的就是對通訊產品的高頻雜訊干擾也跟著水漲船高，尤其是差動訊號線對的共模訊號，更是現在電子產品內重要的雜訊來源之一。

【0003】 傳統的共模雜訊抑制方法會使用共模濾波器元件，其缺點是會造成訊號的不連續，且僅能針對單一頻率不可調整，當有寄生效應所造成的頻率偏移也不容易做修正，另外也會需要額外的費用。

【發明內容】

【0004】 鑒於上述，本發明提供一種共模濾波器及訊號傳輸電路。

【0005】 依據本發明一實施例的共模濾波器，包含一基板、一第一導電層、一接地層、二導電線及二被動元件。所述基板具有一第一面、一第二面及多個通孔，其中所述第一面及第二面相對設置，且所述多個通孔各貫穿所述第一面及第二面。所述第一導電層設置於所述基板的第

一面。所述接地層設置於所述基板的第一面且與所述第一導電層相間隔。所述二導電線設置於所述基板的第二面，其中所述二導電線的每一者的一端透過所述多個通孔的一者電性連接於所述第一導電層。所述二被動元件電性連接所述接地層與所述第一導電層。

【0006】 依據本發明一實施例的訊號傳輸電路，包含一共模濾波器及二差動訊號線。所述共模濾波器包含一基板、一第一導電層、一接地層、二導電線及二被動元件。所述基板具有一第一面、一第二面及多個通孔，其中所述第一面及第二面相對設置，且所述多個通孔各貫穿所述第一面及第二面。所述第一導電層設置於所述基板的第一面。所述接地層設置於所述基板的第一面且與所述第一導電層相間隔。所述二導電線設置於所述基板的第二面，其中所述二導電線的每一者的一端透過所述多個通孔的一者電性連接於所述第一導電層。所述二被動元件電性連接所述接地層與所述第一導電層。所述二差動訊號線設置在所述基板的第二面上，且位於所述二導電線之間。

【0007】 藉由上述結構，本案所揭示的共模濾波器及訊號傳輸電路，可濾除差動訊號線中的共模訊號，並可透過被動元件進行頻率調整，使共模訊號在特定共振頻率上呈現高阻抗，進而達到抑制雜訊的效果。

【0008】 以上之關於本揭露內容之說明及以下之實施方式之說明係用以示範與解釋本發明之精神與原理，並且提供本發明之專利申請範圍更進一步之解釋。

【圖式簡單說明】

【0009】

第 2 頁，共 12 頁(發明說明書)

圖1係依據本發明一實施例所繪示的共模濾波器的俯視圖。

圖2係依據本發明一實施例所繪示的訊號傳輸電路的俯視圖。

圖3A係依據本發明一實施例所繪示的產生耦合電流的示意圖。

圖3B係沿圖3A截面A-A'所繪示的耦合電流的路徑示意圖。

圖4係依據本發明另一實施例所繪示的共模濾波器的俯視圖。

圖5係依據本發明另一實施例所繪示的訊號傳輸電路的俯視圖。

圖6A係依據本發明另一實施例所繪示的產生耦合電流的示意圖。

圖6B係沿圖6A截面B-B'所繪示的耦合電流的路徑示意圖。

圖7係依據本發明另一實施例所繪示的共模訊號及差動訊號的特性曲線圖。

圖8係依據圖4的共模濾波器的尺寸示意圖。

【實施方式】

【0010】 以下在實施方式中詳細敘述本發明之詳細特徵以及優點，其內容足以使任何熟習相關技藝者了解本發明之技術內容並據以實施，且根據本說明書所揭露之內容、申請專利範圍及圖式，任何熟習相關技藝者可輕易地理解本發明相關之目的及優點。以下之實施例係進一步詳細說明本發明之觀點，但非以任何觀點限制本發明之範疇。

【0011】 請參考圖1，圖1為依據本發明一實施例所繪示的共模濾波器的俯視圖。如圖1所示，共模濾波器10包含一基板11、一第一導電層12、一接地層13、二導電線14a及14b及二被動元件15a及15b。基板11具有一第一面、一第二面及多個通孔110，其中所述第一面及第二面

相對設置，且多個通孔110各貫穿所述第一面及第二面。第一導電層12設置於基板11的第一面。接地層13設置於基板11的第一面且與第一導電層12相間隔。二導電線14a及14b設置於基板11的第二面，其中二導電線14a及14b的每一者的一端透過所述多個通孔110的一者電性連接於第一導電層12。二被動元件15a及15b電性連接接地層13與第一導電層12。

【0012】 在本例中，基板11可為一般电路板的基板，其材質可為玻璃纖維材料(FR4)或陶瓷材料等，本案不予以限制。第一導電層12與接地層13可為金屬層，如銅層，本案不予以限制。第一導電層12的形狀不限於圖1所示的矩形。相對於設置有第一導電層12與接地層13的一面，基板11的另一面設置有二導電線14a及14b，分別連接至通孔110，通孔110在連接至第一導電層12。於第一導電層12與接地層13之間，設置有兩個被動元件15a及15b。被動元件15a及15b可與第一導電層12位於基板11的同一面，並跨接在第一導電層12與接地層13之間。或者，被動元件15a及15b可與第一導電層12位於基板11的不同面(例如設置有二導電線14a及14b的面)，而透過額外通孔(圖未示)跨接在第一導電層12與接地層13之間。

【0013】 優選地，二導電線14a及14b可彼此鏡面對稱且大致沿著一相同方向延伸，二被動元件15a及15b可彼此鏡面對稱。被動元件15a及15b的每一者可包含電感及電容的至少一者，或者包含帶有特定阻抗的元件。進一步，二導電線14a及14b的對稱面(圖未示)可相同於二被動元件15a及15b的對稱面。被動元件15a及15b的電性可彼此相同，例如兩元件皆為具有同樣電感值的電感，或是具有同樣電容值的電容，或是具

有同樣阻抗的元件等。舉例來說，本例的被動元件15a及15b可採用電感值為1.2nH的電感元件。

【0014】請參考圖2，圖2係依據本發明一實施例所繪示的訊號傳輸電路的俯視圖。如圖2所示，訊號傳輸電路1包含一共模濾波器10、二差動訊號線20a及20b。共模濾波器10包含一基板11、一第一導電層12、一接地層13、二導電線14a及14b及二被動元件15a及15b。基板11具有一第一面、一第二面及多個通孔110，其中所述第一面及第二面相對設置，且多個通孔110各貫穿所述第一面及第二面。第一導電層12設置於基板11的第一面。接地層13設置於基板11的第一面且與第一導電層12相間隔。二導電線14a及14b設置於基板11的第二面，其中二導電線14a及14b的每一者的一端透過所述多個通孔110的一者電性連接於第一導電層12。二被動元件15a及15b電性連接接地層13與第一導電層12。二差動訊號線20a及20b設置在基板11的第二面上，且位於二導電線14a及14b之間。

【0015】在本例中，關於共模濾波器10的配置同圖1的描述，在此不贅述。設置在基板上的差動訊號線20a及20b可彼此鏡面對稱。優選地，差動訊號線20a及20b與導電線14a及14b可依照一等間距進行排列，即差動訊號線20a與導電線14a的間距S、導電線14a與導電線14b的間距S、導電線14b與差動訊號線20b的間距S可相等。差動訊號線20a及20b用於傳輸分別從訊號輸入端It1及It2輸入的兩差動訊號至訊號輸出端Ot1及Ot2輸出。差動訊號線20a及20b傳輸的訊號也可能包含共模訊號，其中共模訊號是主要的雜訊來源。也就是說，透過本案的共模濾波器及訊號

傳輸電路可將共模訊號濾除，也可對特定頻率的共模訊號的進行抑制，以下將進一步說明。

【0016】 請結合圖2參考圖3A及圖3B，其中圖3A係依據本發明一實施例所繪示的產生耦合電流的示意圖，圖3B係沿圖3A截面A-A'所繪示的耦合電流的路徑示意圖。如圖3A及3B所示，基板11的第一面111上設置有第一導電層12及接地層13，第二面112上設置有導電線14a及14b。在訊號傳輸電路1中，當共模訊號CS經由差動訊號線20a及20b傳輸時，耦合電流Ia及Ib可以從共模濾波器10的導電線14a及14b的端點經通孔110、第一導電層12及被動元件15a及15b流往接地層13。進一步來說，差動訊號線20a及20b所傳輸的訊號波長可與耦合電流Ia及Ib的路徑長度相關聯。具體來說，耦合電流Ia的路徑長度可設計成約為該訊號的波長的四分之一的長度，即行經該二導電線之一者、該些通孔之一者、該第一導電層及該二被動元件之一者的耦合電流的路徑長度可設計成約該二差動訊號線20a及20b所傳輸的訊號的波長的四分之一。被動元件15a及15b的電感值或電容值亦影響上述耦合電流的路徑長度，因此，透過選擇適當的被動元件15a及15b，可調整訊號傳輸電路的有效傳輸的訊號頻率範圍。需要注意的是，此處所指的訊號波長可隨著不同基板的材質的介電常數改變，而非限定於真空環境中傳播的電磁波波長。

【0017】 上述經由差動訊號線20a及20b傳輸的訊號可包含差動訊號及共模訊號，其中差動訊號為應用上要保留的真實訊號，而共模訊號為不需要的雜訊。訊號在差動訊號線20a及20b的傳輸過程受到上述耦合電流的影響而至少具有以下兩種情形：「傳輸」及「反射」，其中「傳

輸」表示訊號透過差動訊號線20a及20b從輸入端It1及It2傳輸至輸出端Ot1及Ot2，「反射」表示訊號無法透過差動訊號線20a及20b從輸入端It1及It2傳輸至輸出端Ot1及Ot2而是反射回輸入端It1及It2。

【0018】請結合圖1參考圖4，圖4係依據本發明另一實施例所繪示的共模濾波器的俯視圖。如圖4所示，共模濾波器10'除了包含與圖1實施例相同的基板11、第一導電層12、接地層13、二導電線14a及14b及二被動元件15a及15b以外，更包含一第二導電層16。以下針對區別於上述實施例的第二導電層16進行描述，其餘元件的相關描述可參考上述實施例，在此省略。第二導電層16設置於基板11的所述第一面(與接地層13及第一導電層12位於同一面)且與第一導電層12及接地層13相間隔，其中二導電線14a及14b的每一者的另一端透過多個通孔110的另一者電性連接於第二導電層16。第二導電層16可與第一導電層12同樣為金屬層，如銅層。

【0019】請結合圖2參考圖5，圖5係依據本發明另一實施例所繪示的訊號傳輸電路的俯視圖。如圖5所示，訊號傳輸電路1'包含一共模濾波器10'及二差動訊號線20a及20b。共模濾波器10'包含一基板11、一第一導電層12、一接地層13、二導電線14a及14b及二被動元件15a及15b，其中基板11具有一第一面、一第二面及多個通孔110。與圖2的訊號傳輸電路1的共模濾波器10相比，圖5的訊號傳輸電路1'的共模濾波器10'更包含第二導電層16。此外，設置在基板11上的差動訊號線20a及20b可彼此鏡面對稱。差動訊號線20a及20b與導電線14a及14b可依照一等間距

進行排列，即差動訊號線20a與導電線14a的間距、導電線14a與導電線14b的間距、導電線14b與差動訊號線20b的間距可相等。

【0020】當訊號從差動訊號線20a及20b傳輸時，導電線14a及14b同樣從右側端點產生耦合電流，耦合電流流向接地層13。此外，本實施例的訊號傳輸電路額外設置了第二導電層16及對應通孔110，使得耦合電流可形成迴路，避免電荷累積在導電線的端點上，減少了可能產生的額外的共振頻率，且可使得共模訊號的濾波效果及差動訊號的傳輸效率更佳。

【0021】請參考圖6A及圖6B，其中圖6A係依據本發明另一實施例所繪示的產生耦合電流的示意圖，圖6B係沿圖6A截面B-B'所繪示的耦合電流的路徑示意圖。如圖6A所示，在訊號傳輸電路1'中，當共模訊號CS經由差動訊號線20a及20b傳輸時，耦合電流Ia及Ib會從共模濾波器10'的導電線14a及14b的端點產生，並通過通孔110、第一導電層12及被動元件15a及15b流往零電位的接地層13。也就是說，如圖6B所示，耦合電流Ia會經過導電線14a、通孔110、第一導電層12以及被動元件15a流向接地層13。行經導電線14a及14b的耦合電流也可於第二導電層16及對應通孔110形成迴路而避免電荷累積在導電線14a及14b的端點上，減少可能產生的額外的共振頻率。在本例中，差動訊號線所傳輸的訊號波長與耦合電流的路徑長度相關聯。具體來說，差動訊號線所傳輸的訊號會與耦合電流產生共振，其中共振的條件為耦合電流的路徑長度關聯於訊號的波長的四分之一。舉例來說，耦合電流Ia的路徑長度可設計成約為該訊號的波長的四分之一的長度，即行經該二導電線的耦合電流的

路徑長度關聯於該二差動訊號線所傳輸的訊號的波長的四分之一。需要注意的是，此處所指的波長可隨著不同基板的材質的介電常數改變，而非限定於真空環境中傳播的電磁波波長。

【0022】 請結合圖5參考圖7，圖7係依據本發明另一實施例所繪示的共模訊號及差動訊號的特性曲線圖。圖7的四條曲線分別代表訊號經由本案的訊號傳輸電路的不同情況，其中資料C1為共模訊號從輸入端傳送至輸出端在不同頻率下的訊號比例(dB)，資料C2為共模訊號從輸入端傳送被反射回輸入端的訊號比例(dB)，資料C3為差動訊號從輸入端傳送至輸出端在不同頻率下的訊號比例(dB)，資料C4為差動訊號從輸入端傳送被反射回輸入端的訊號比例(dB)。如圖5及圖7所示，對於差動訊號(資料C3、C4)來說，在各個頻率段，差動訊號從輸入端It1及It2傳送至輸出端Ot1至Ot2的比例都相當高，且差動訊號被反射回輸入端It1及It2的比例都很低。這表示本案的訊號傳輸電路不影響差動訊號的傳輸。對於共模訊號來說(資料C1、C2)，在某些頻率下(如2.4GHz)，共模訊號從輸入端It1及It2傳送至輸出端Ot1至Ot2的比例相當低(濾除效果可達20dB以上)，且被反射回輸入端It1及It2的比例很高(接近全反射)。這大大的提升了本案的訊號傳輸電路的訊雜比，表示可在盡可能保留差動訊號的情況下，濾除特定頻率(波長)的共模訊號。需要注意的是，此2.4GHz即為共模濾波器10的共振頻率。應用上，可透過更換不同的被動元件15a及15b(如圖1、2所示)，來調整訊號傳輸電路的特性曲線，達到優化特定頻率範圍的訊雜比的效果。

【0023】 請一同參考圖4及圖8，圖8提供圖4所示的共模濾波器10'的相關尺寸。示例性的，第一導電層12的長度 L_1 可為9.7毫米，寬度 W_1 可為3.6毫米。第二導電層16的長度 L_2 可為3.6毫米，寬度 W_2 可為0.5毫米。接地層13包圍兩導電層的邊界的長度 L_3 可為11.4毫米，寬度 W_3 可為4.4毫米。第一導電層12與接地層13之間於長度方向間隔 d_1 可為0.4毫米，第一導電層12與第二導電層16之間間隔 d_2 可為0.4毫米，接地層13與第二導電層16之間於長度方向間隔 d_3 可為0.4毫米，接地層13與兩導電層於寬度方向間隔 d_4 及 d_5 可為0.4毫米。本例所示的共模濾波器10'的相關尺寸特別可適用於WiFi訊號的共模濾波應用。需要注意的是，本案圖式中的尺寸比例僅為示意性的而可能與實際不同，且本案的共模濾波器的尺寸不限於上述舉例。透過前述實施例所述之耦合電流路徑的結構設計搭配可調整頻率之被動元件，共模濾波器亦可適用於5G訊號或其他頻率範圍之訊號。

【0024】 透過上述對稱地結構的設計，可使差動訊號線的共模訊號在特定共振頻率上呈現高阻抗。關於本實施例的訊號傳輸電路對差動訊號傳輸效果及對共模訊號抑制效果可參考圖7及其對應敘述，於此不再贅述。

【0025】 藉由上述結構，本案所揭示的共模濾波器及訊號傳輸電路，可濾除差動訊號線中的共模訊號，並透過被動元件進行頻率調整，使共模訊號在特定共振頻率上呈現高阻抗，進而達到抑制雜訊的效果。另外，共模濾波器及訊號傳輸電路也可連續使用多組相同之上述結構來達到強化濾波的效果。進一步，透過額外設置的導電層，可減少電荷累

積及減少不必要的共振現象，進而使差動訊號有更加的完整性。透過對稱於差動訊號線設置且設置在差動訊號線外側的共模濾波器，可優化對共模訊號的濾波而不影響差動訊號的傳輸。

【0026】 雖然本發明以前述之實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明。在不脫離本發明之精神和範圍內，所為之更動與潤飾，均屬本發明之專利保護範圍。關於本發明所界定之保護範圍請參考所附之申請專利範圍。

【符號說明】

【0027】

1,1':訊號傳輸電路

10,10':共模濾波器

11:基板

110:通孔

111:第一面

112:第二面

12:第一導電層

13:接地層

14a,14b:導電線

15a,15b:被動元件

16:第二導電層

20a,20b:差動訊號線

Ia,Ib:耦合電流

CS:共模訊號

C1-C4:資料

A-A',B-B':截面

S:間距

L_1, L_2, L_3 :長度

W_1, W_2, W_3 :長度

d1~d5:間隔

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種共模濾波器，包含：

一基板，具有一第一面、一第二面及多個通孔，其中該第一面及該第二面相對設置，且該些通孔各貫穿該第一面及該第二面；

一第一導電層，設置於該基板的該第一面；

一接地層，設置於該基板的該第一面且與該第一導電層相間隔；

二導電線，設置於該基板的該第二面，其中該二導電線的每一者的一端透過該些通孔的一者電性連接於該第一導電層；以及

二被動元件，電性連接該接地層與該第一導電層，

該共模濾波器更包含：

一第二導電層，設置於該基板的該第一面且與該第一導電層及該接地層相間隔，

其中該二導電線的每一者的另一端透過該些通孔的另一者電性連接於該第二導電層。

【請求項2】 如請求項1所述的共模濾波器，其中該二導電線彼此鏡面對稱且該二被動元件彼此鏡面對稱。

【請求項3】 如請求項1所述的共模濾波器，其中該二被動元件的每一者包含電感及電容的至少一者。

【請求項4】 一種訊號傳輸電路，包含：

一共模濾波器，包含：

一基板，具有一第一面、一第二面及多個通孔，其中該第一面及該第二面相對設置，且該些通孔各貫穿該第一面及該第二面；

一第一導電層，設置於該基板的該第一面；

一接地層，設置於該基板的該第一面且與該第一導電層相間隔；

二導電線，設置於該基板的該第二面，其中該二導電線的每一者的一端透過該些通孔的一者電性連接於該第一導電層；以及

二被動元件，電性連接該接地層與該第一導電層，以及
二差動訊號線，設置在該基板的該第二面上，且位於該二導電線之間，

該共模濾波器更包含：

一第二導電層，設置於該基板的該第一面且與該第一導電層及該接地層相間隔，

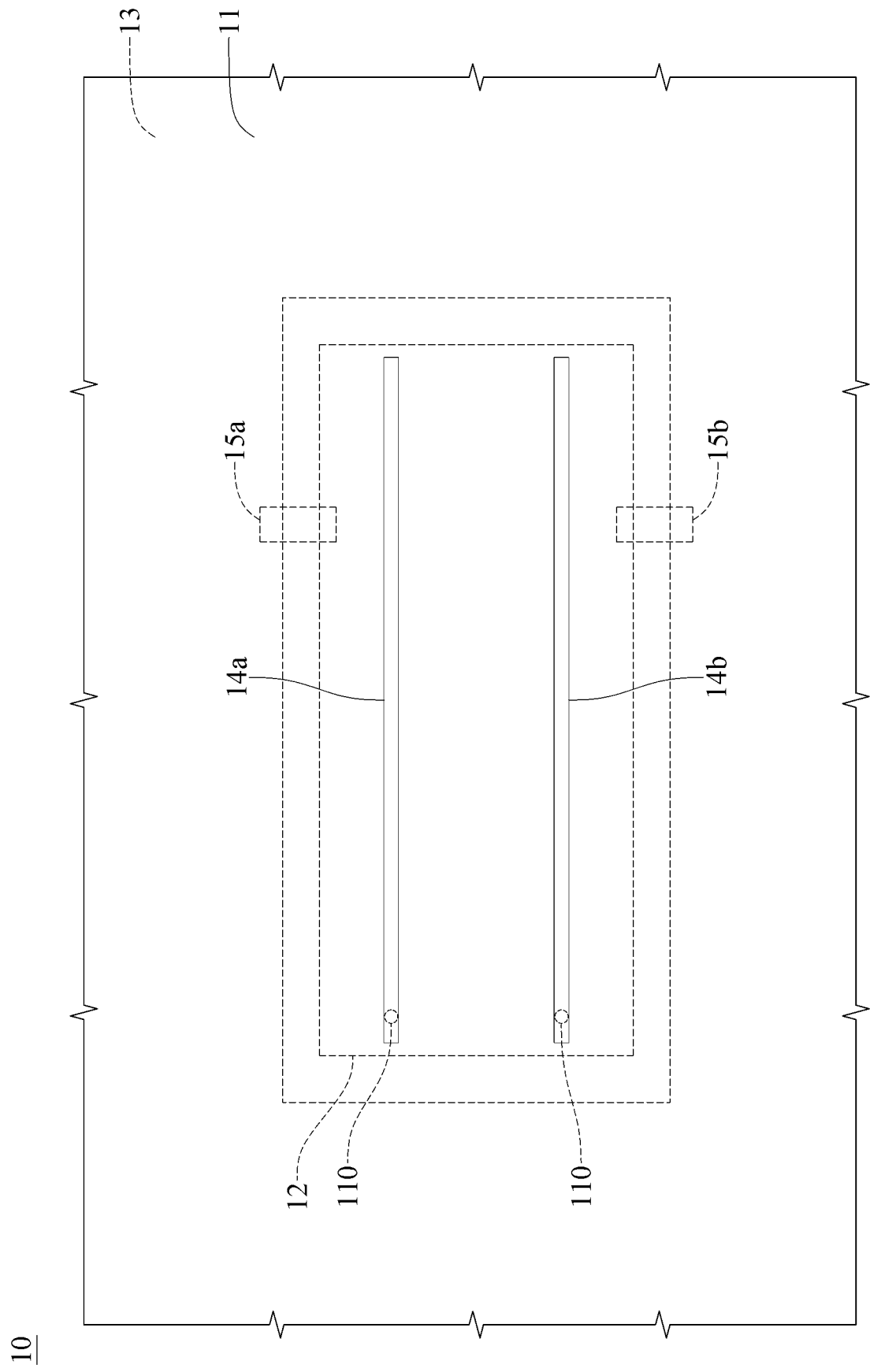
其中該二導電線的每一者的另一端透過該些通孔的另一者電性連接於該第二導電層。

【請求項5】 如請求項4所述的訊號傳輸電路，其中該二差動訊號線彼此鏡面對稱，該二導電線彼此鏡面對稱且該二被動元件彼此鏡面對稱。

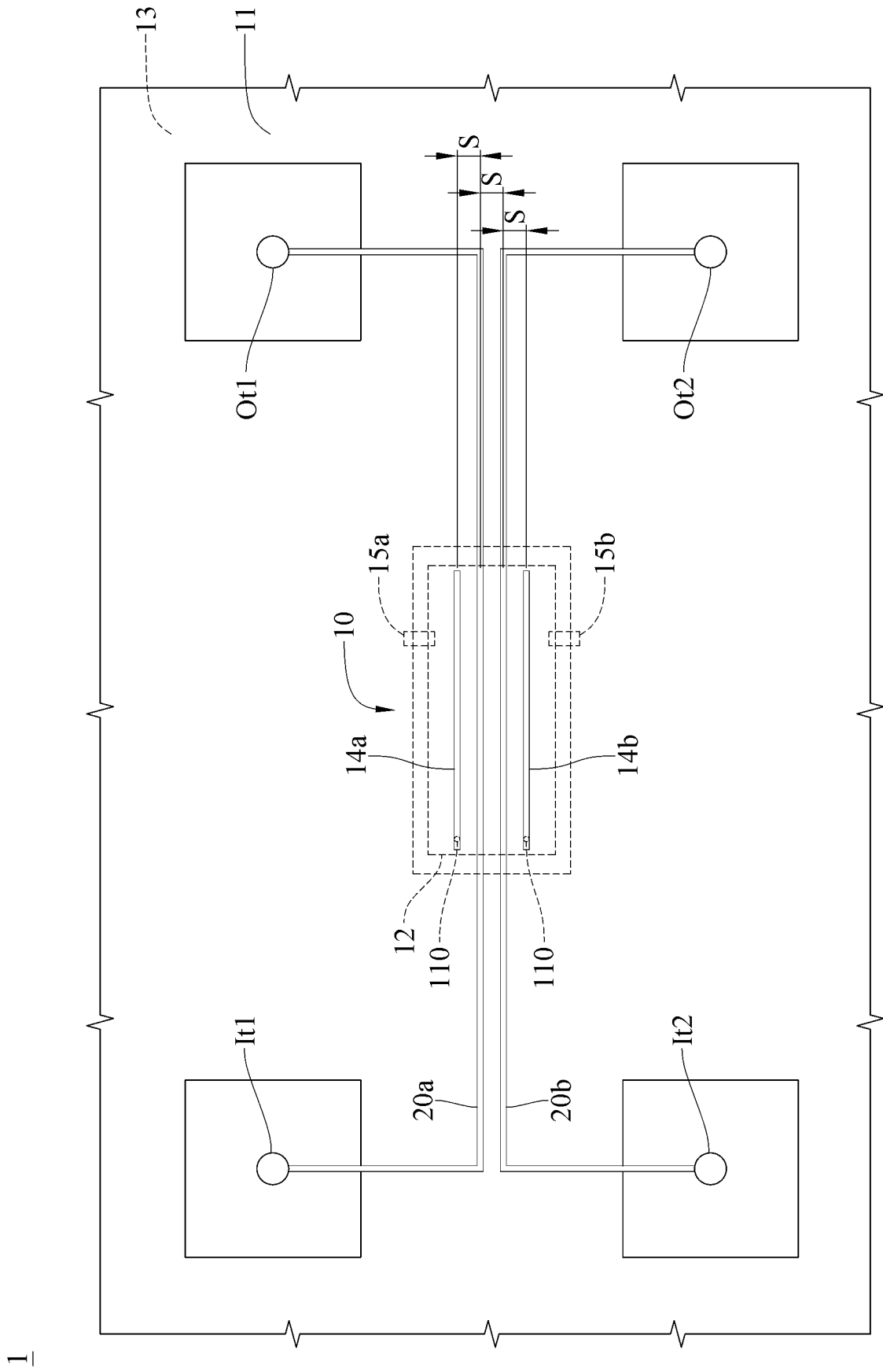
【請求項6】 如請求項4所述的訊號傳輸電路，其中該二差動訊號線與該二導電線依照一等間距進行排列。

【請求項7】 如請求項4所述的訊號傳輸電路，其中該二被動元件的每一者包含電感及電容的至少一者。

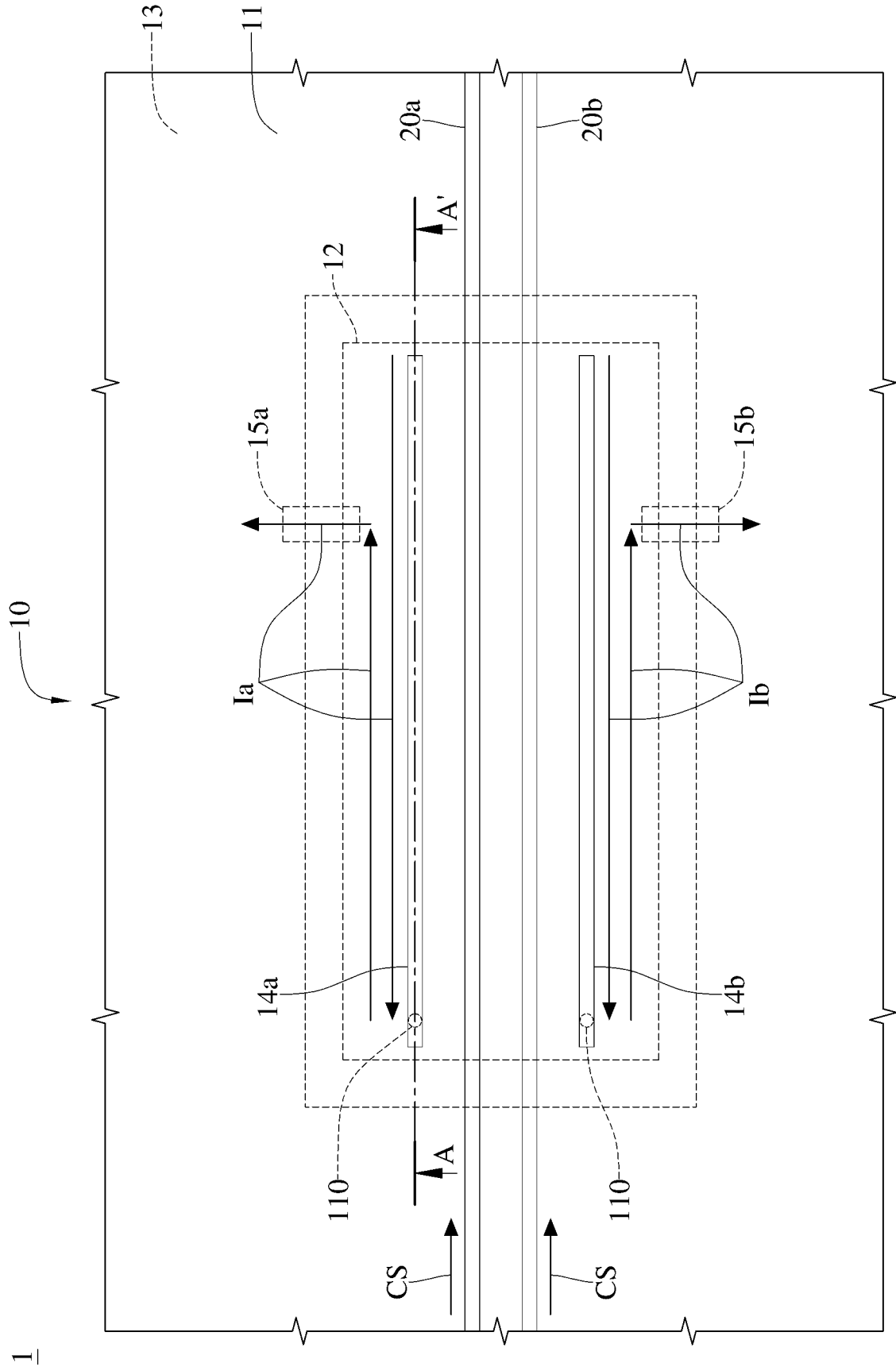
【請求項8】 如請求項4所述的訊號傳輸電路，其中行經該二導電線之一者、該些通孔之一者、該第一導電層及該二被動元件之一者的耦合電流的路徑長度關聯於該二差動訊號線所傳輸的訊號的波長的四分之一。



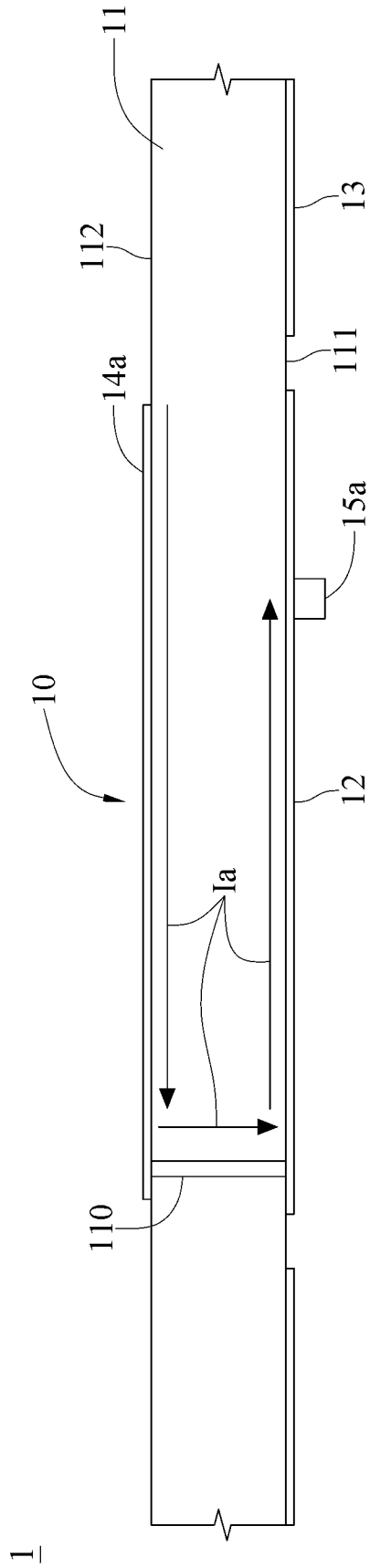
【圖1】



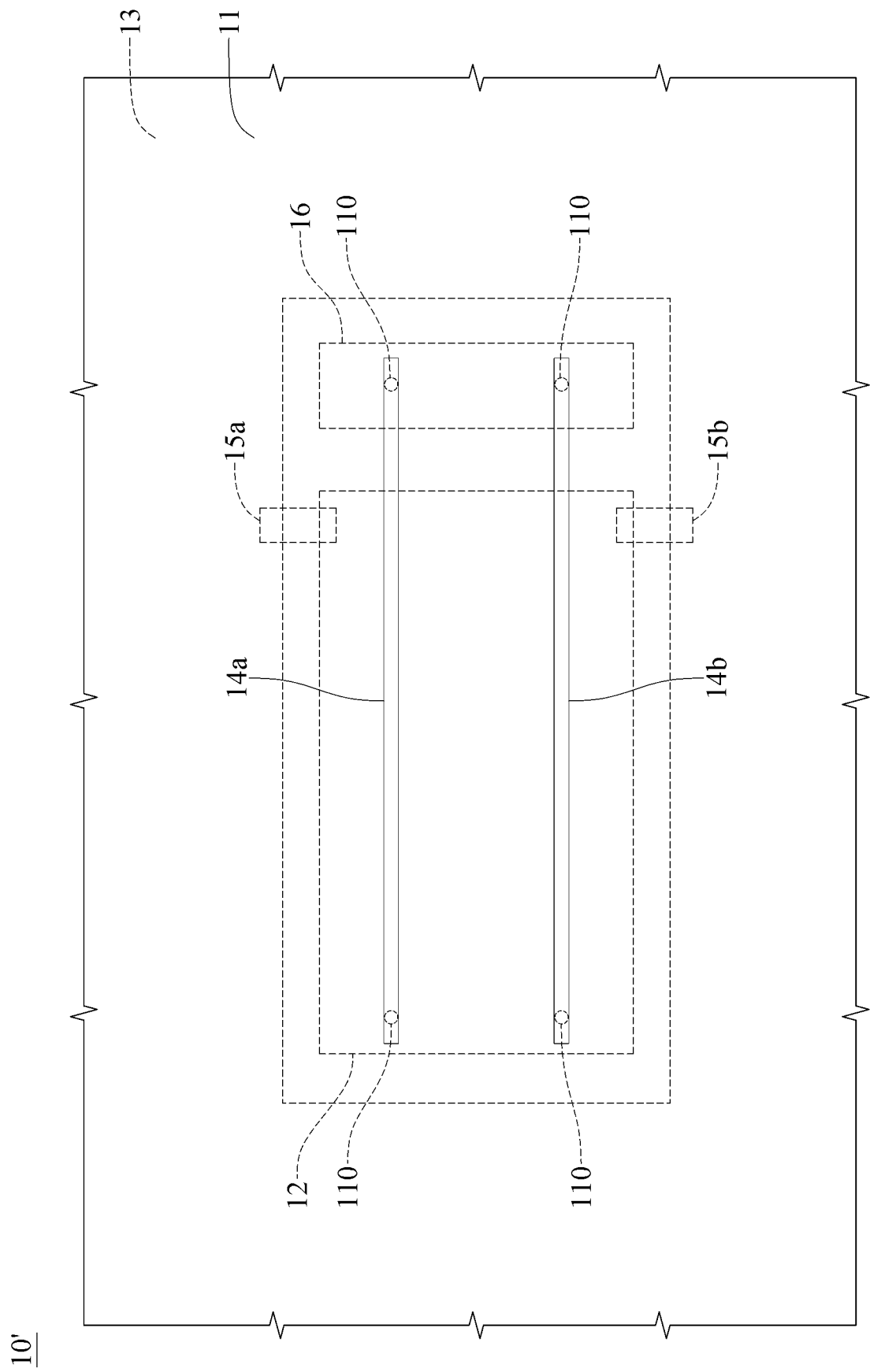
【圖2】



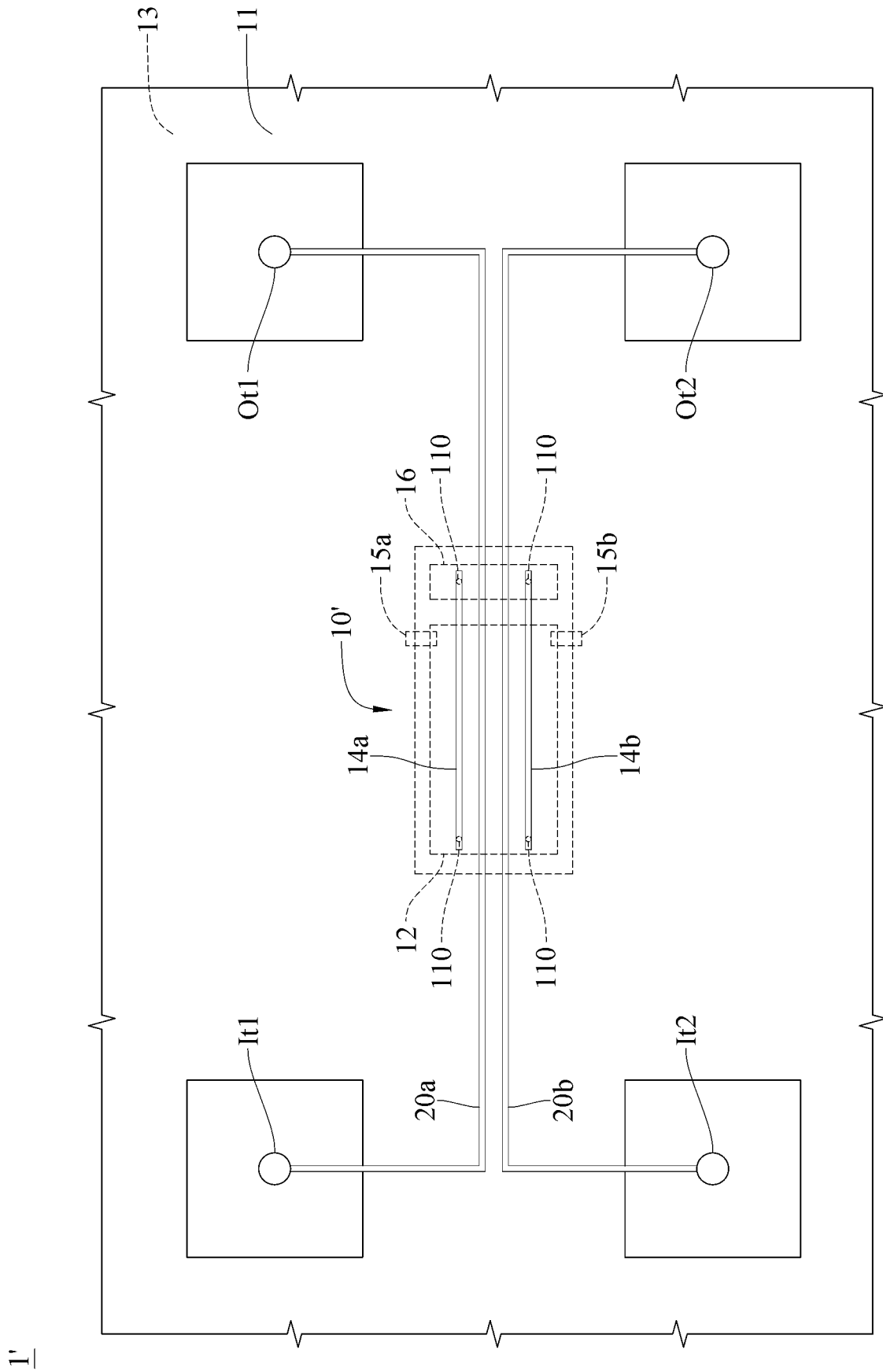
【圖3A】



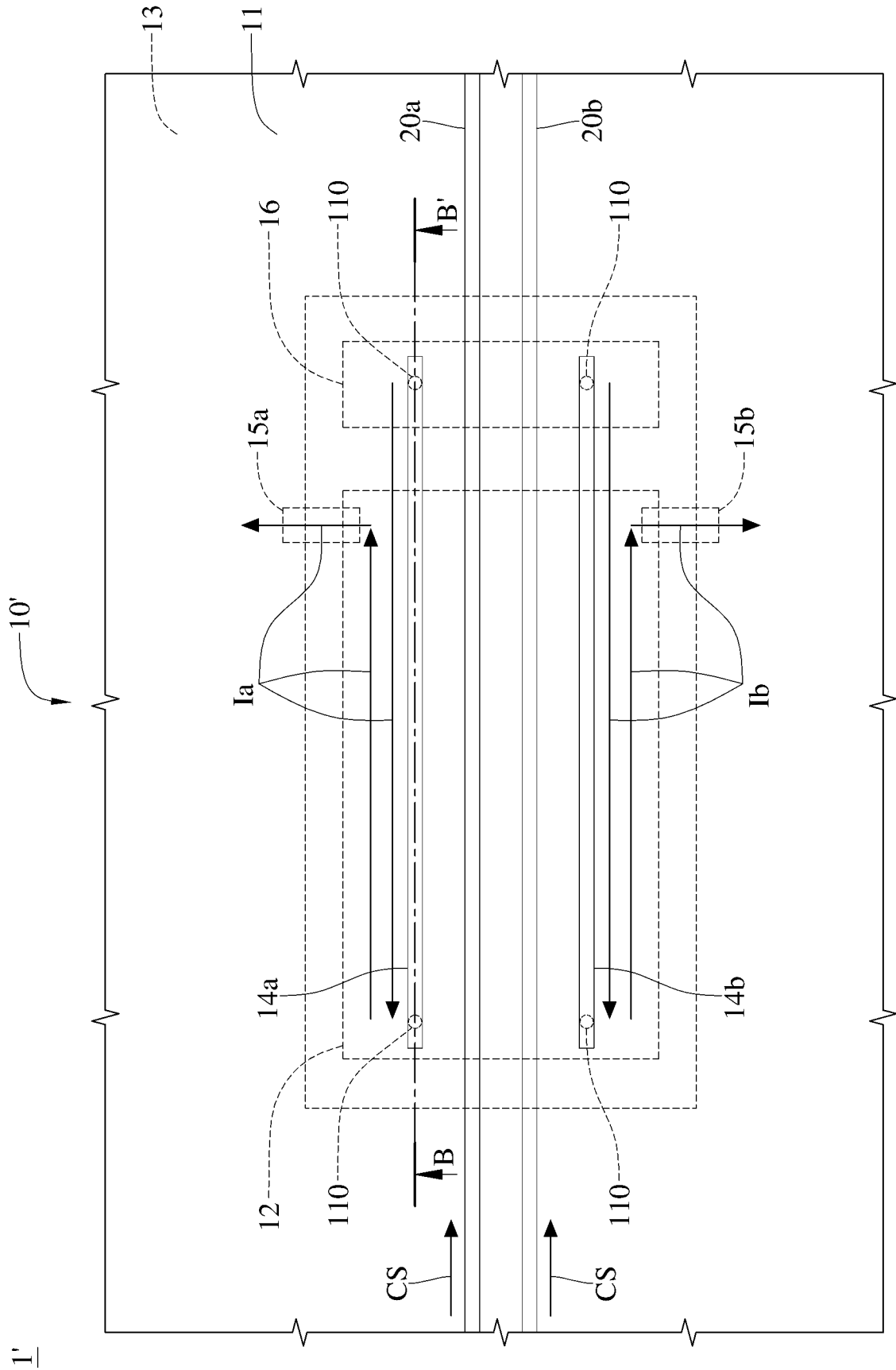
【圖3B】



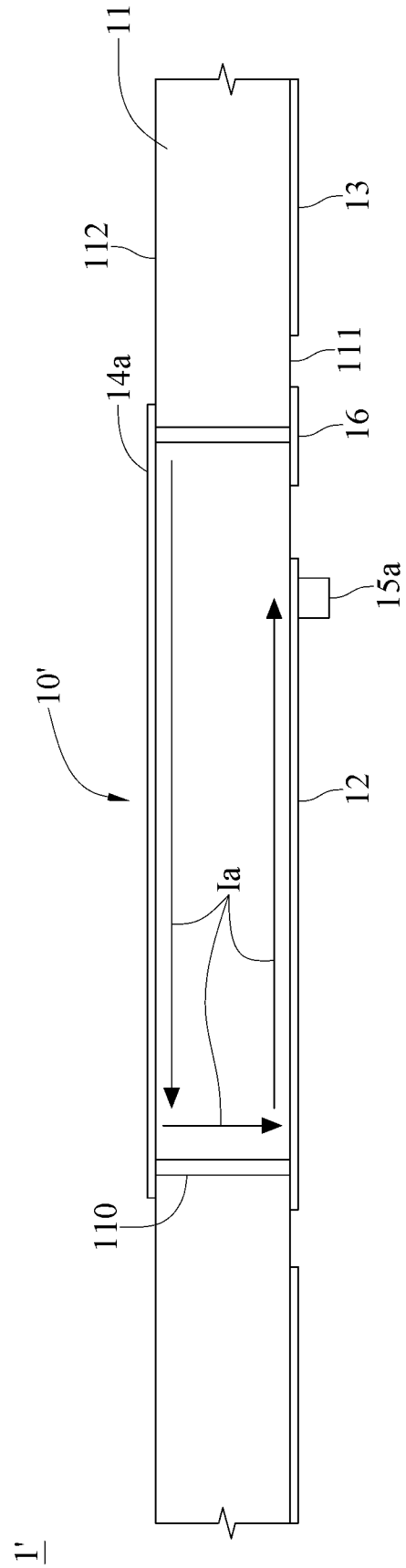
【圖4】



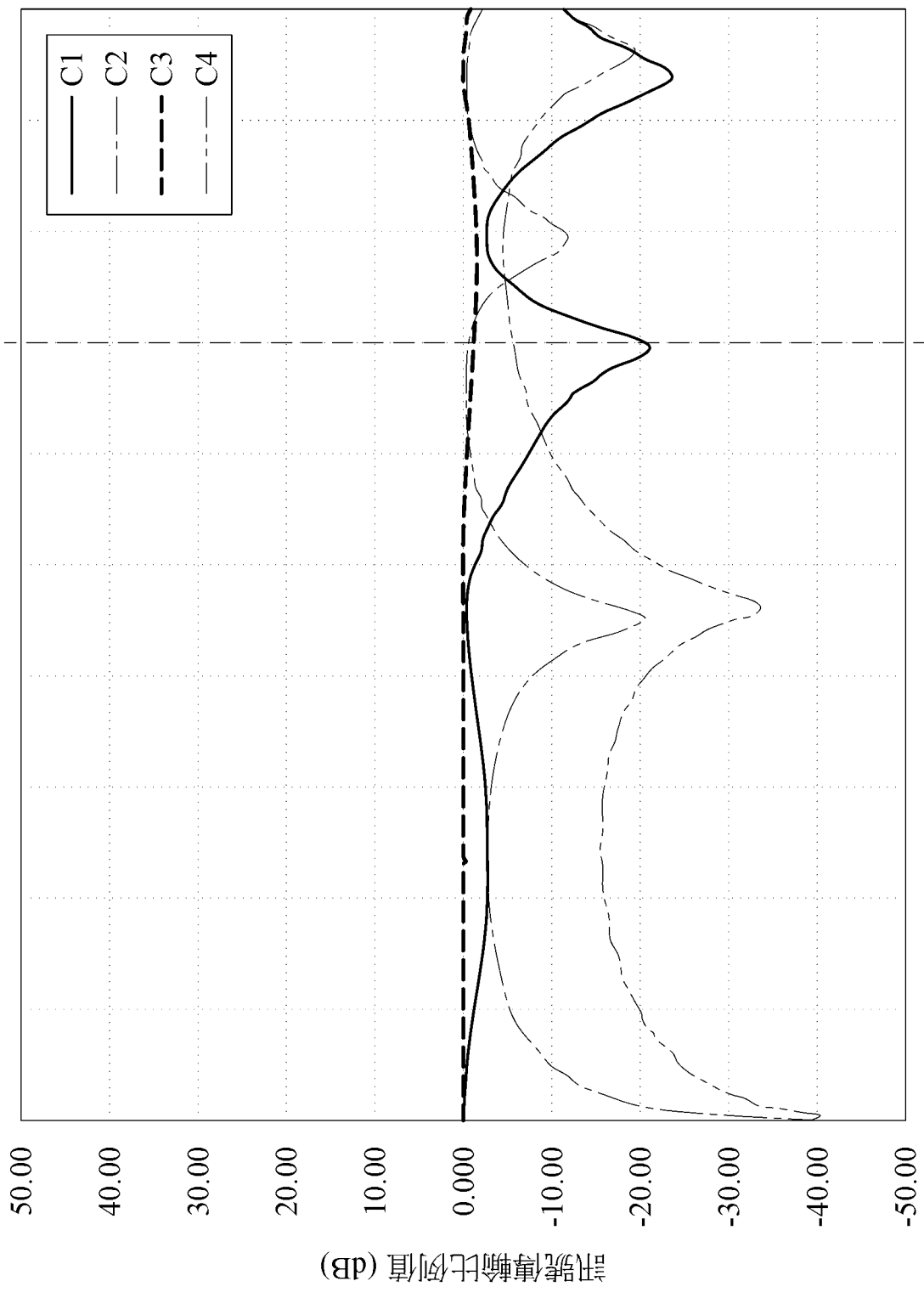
【圖5】



【圖6A】



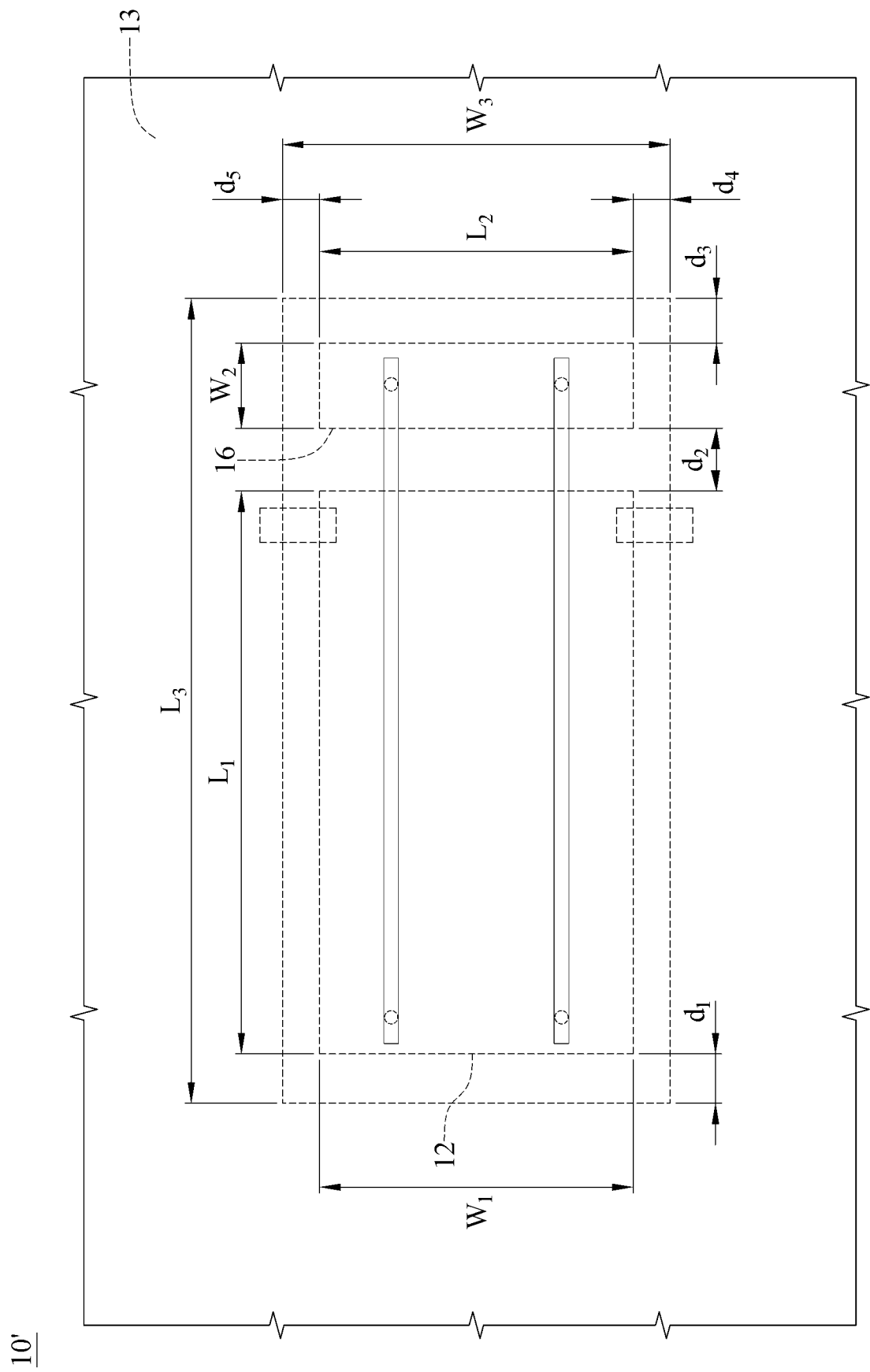
【圖6B】



2.4GHz

頻率 (GHz)

【圖7】



【圖8】