



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公開本

(11) 公開編號：TW 202209760 A

(43) 公開日：中華民國 111 (2022) 年 03 月 01 日

(21) 申請案號：109128106

(22) 申請日：中華民國 109 (2020) 年 08 月 18 日

(51) Int. Cl. : *H01Q15/02 (2006.01)*

(71) 申請人：國立中正大學 (中華民國) NATIONAL CHUNG CHENG UNIVERSITY (TW)

嘉義縣民雄鄉大學路一段 168 號

(72) 發明人：張盛富 CHANG, SHENG FUH (TW)；張嘉展 CHANG, CHIA CHAN (TW)；林士程 LIN, SHIH CHENG (TW)；林元駿 LIN, YUAN CHUN (TW)

(74) 代理人：邱銘峯

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：12 項 圖式數：18 共 40 頁

(54) 名稱

電磁波繞行式結構及電磁波繞行方法

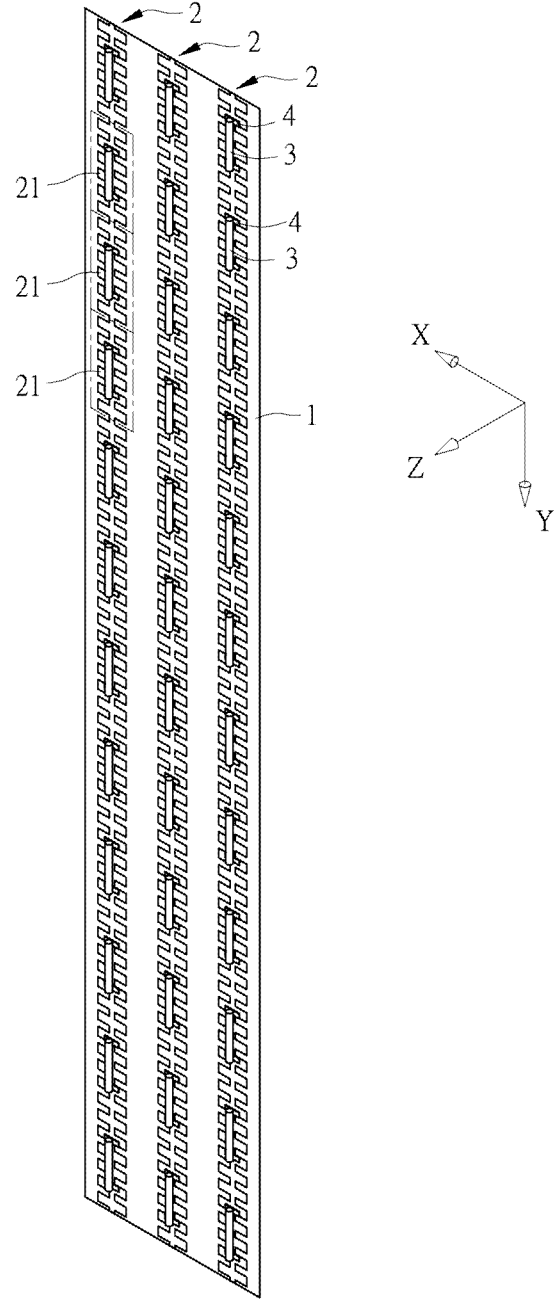
(57) 摘要

一種電磁波繞行式結構包含一基板、一傳輸單元，及複數個天線，該基板的材質為一第二介質，該傳輸單元設置在該基板，該傳輸單元包括複數條傳輸線，每一傳輸線具有一傳輸線長度，每一傳輸線長度相關一第一介質操作波長，該第一介質操作波長相關一操作頻率，該等傳輸線依序連接，該等天線分別設置在該基板，該等天線分別鄰近至少部分的該等傳輸線，且位在對應的該等傳輸線中的相近相位的位置，每一線能將在該操作頻率接收到的一電磁波饋入到對應的該傳輸線傳輸，且能將在對應的該傳輸線傳輸的該電磁波在該操作頻率向外輻射。

指定代表圖：

符號簡單說明：

- 1:基板
- 2:傳輸單元
- 21:傳輸線
- 3:天線
- 4:隔離元件
- X:排列方向
- Y:延伸方向
- Z:法線方向



第一圖

## 【發明摘要】

【中文發明名稱】 電磁波繞行式結構及電磁波繞行方法

【中文】

一種電磁波繞行式結構包含一基板、一傳輸單元，及複數個天線，該基板的材質為一第二介質，該傳輸單元設置在該基板，該傳輸單元包括複數條傳輸線，每一傳輸線具有一傳輸線長度，每一傳輸線長度相關一第一介質操作波長，該第一介質操作波長相關一操作頻率，該等傳輸線依序連接，該等天線分別設置在該基板，該等天線分別鄰近至少部分的該等傳輸線，且位在對應的該等傳輸線中的相近相位的位置，每一天線能將在該操作頻率接收到的一電磁波饋入到對應的該傳輸線傳輸，且能將在對應的該傳輸線傳輸的該電磁波在該操作頻率向外輻射。

【指定代表圖】 第一圖

【代表圖之符號簡單說明】

1:基板

2:傳輸單元

21:傳輸線

3:天線

4:隔離元件

X:排列方向

Y:延伸方向

Z:法線方向

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】 電磁波繞行式結構及電磁波繞行方法

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種電磁波繞行式結構及一種電磁波繞行方法，尤指利用一傳輸單元及複數個天線使入射的一電磁波繞行過一障礙物的電磁波繞行式結構及電磁波繞行方法。

【先前技術】

【0002】 在行動通訊系統中，由於電磁波的短波長和高損耗，以及建築物、樹木、家具、招牌等的遮蔽，常造成通訊的死角、暗區，或者訊號微弱的區域。而現有的解決方法是採用增設基地台或強波器，因此，在布建基地台時，緊密布建成千上萬個小型基地台或強波器將成為一個花費巨額成本、大量人力的大工程，且也消耗相當大的電力，後續的維護工程更是費時又費工，甚至讓住在基地台附近的住戶有心理壓力。

【發明內容】

【0003】 爰此，本發明人為解決一電磁波入射至一障礙物時造成的通訊死角，而提出一種電磁波繞行式結構及一種電磁波繞行方法。

【0004】 該電磁波繞行式結構包含一基板、一傳輸單元，及複數個天線。

【0005】 該基板設置在一第一介質的空間，該基板的材質為一第二介質，該傳輸單元設置在該基板，該傳輸單元包括複數條傳輸線，每一傳輸線具有一傳輸線長度，每一傳輸線長度相關一第一介質操作波長，該第一介質操作波長相關一操作頻率，該等傳輸線依序連接，該等天線分別設置在該基板，該等天線分別鄰近至少部分的該等傳輸線，且位在對應的該等傳輸線中的相近相位的

位置，每一天線能將在該操作頻率接收到的一電磁波饋入到對應的該傳輸線傳輸，且能將在對應的該傳輸線傳輸的該電磁波在該操作頻率向外輻射。

【0006】 進一步，每一傳輸線為一微波表面電漿傳輸線，每一傳輸線包括一第一傳輸部，及一第二傳輸部，該第一傳輸部為一四邊形，該第二傳輸部為一四邊形且設置在該第一傳輸部。

【0007】 進一步，每一傳輸線包括一個第一傳輸部，及複數個第二傳輸部，該第一傳輸部為一四邊形，該等第二傳輸部沿著該第一傳輸部的長度的方向間隔設置在該第一傳輸部，每一第二傳輸部為一四邊形。

【0008】 進一步，每一傳輸線包括一個第一傳輸部，及複數個第二傳輸部，該第一傳輸部為一四邊形，且該第一傳輸部的長度平行一延伸方向，該等第二傳輸部以平行該延伸方向且間隔地設置在該第一傳輸部，每一第二傳輸部為一四邊形，每一第二傳輸部的長度垂直該延伸方向，且以該第一傳輸部為中心對稱，任二所述第二傳輸部間隔的距離為一第一間距，任一所述第二傳輸部至其中一相鄰的所述第二傳輸部，二者對應同一位置之間的距離為一第二間距，任一所述第二傳輸部在垂直該延伸方向的任一端至該第一傳輸部的最短距離為一第三間距，該第一間距、該第二間距及該第三間距的關係可從以下公式獲得

$$\text{【0009】 } \left(\frac{a}{p}\right)^2 = \left[\left(\frac{ck_{sspp}}{\omega\sqrt{\epsilon_r}}\right)^2 - 1\right] \cot^2(2H\sqrt{\epsilon_r}\frac{\omega}{c})$$

【0010】 其中， $k_{sspp}$  為一操作頻率波數， $\lambda_{sspp}$  為一操作波長，該操作波長相關該第一介質操作波長， $\epsilon_r$  為一介電常數， $\omega$  為一操作頻率角頻率， $c$  是光速， $a$  是該第一間距， $p$  是該第二間距， $H$  是該第三間距。

【0011】 進一步，電磁波繞行式結構，還包含複數個隔離元件，該等天線分別設置在該等傳輸線上，該等隔離元件分別設置在該等傳輸線及該等天線之間，每一隔離元件的材料為一非導電材料。

【0012】 進一步，每一天線為一偶極天線，任二相鄰的所述偶極天線的中心之間距介於該第一介質操作波長的四分之一到四分之三之間。

【0013】 進一步，每一天線為一貼片天線，該等貼片天線與該傳輸單元位於同一平面，該等貼片天線分別鄰近且交錯地設置在該傳輸單元以該傳輸線長度的方向的方向的兩側。

【0014】 進一步，任二鄰近交錯的所述貼片天線的中心，以平行該傳輸線長度的方向之間距介於該第一介質操作波長的四分之一到四分之三之間。

【0015】 進一步，該傳輸單元從一第一方向彎折延伸至垂直該第一方向的一第二方向時，該傳輸單元彎折的曲率半徑至少為該第一介質操作波長的五分之一。

【0016】 該電磁波繞行式結構包含一基板、一傳輸單元，及複數個天線。

【0017】 該基板設置在一第一介質的空間，且包括一入射區及一發射區，該基板的材質為一第二介質，該傳輸單元設置在該基板，該傳輸單元包括複數條傳輸線，每一傳輸線具有一傳輸線長度，且每一傳輸線長度相關一第一介質操作波長，該第一介質操作波長相關一操作頻率，該等傳輸線依序連接，該等天線分別設置在該基板的該入射區及該發射區，該等天線分別鄰近在該入射區及該發射區上的該等傳輸線，且位在該入射區及該發射區上對應的該等傳輸線中的相近相位的位置，每一天線能將在該操作頻率接收到的該電磁波饋入到對

應的該傳輸線傳輸，且能將在對應的該傳輸線傳輸的該電磁波在該操作頻率向外輻射。

**【0018】** 該電磁波繞行方法包含以下步驟。

**【0019】** 將上述電磁波繞行式結構披覆在一障礙物，其中，該障礙物阻擋一電磁波，且包括一第一側及一第二側，該電磁波以一入射方向往該第一側上的該電磁波繞行式結構入射，該入射方向與該第一側的法向量夾一角度，該第一側上的該等天線接收該電磁波，並將接收到的該電磁波饋入到對應的該等傳輸線傳輸，該等傳輸線傳輸該電磁波至位於該第二側上的位置，該第二側上的該等天線將該電磁波以與該第二側的法向量夾該角度的方向向外輻射。

**【0020】** 該電磁波繞行方法包含以下步驟。

**【0021】** 將上述電磁波繞行式結構披覆在一障礙物，該電磁波以一入射方向往該入射區入射，該入射方向與該入射區的法向量夾一角度，該入射區的該等天線接收該電磁波，並將接收到的該電磁波饋入到對應的該等傳輸線傳輸，該等傳輸線傳輸該電磁波至位於該發射區，該發射區的該等天線將該電磁波以與該發射區的法向量夾該角度的方向向外輻射。

**【0022】** 根據上述技術特徵可達成以下功效：

**【0023】** 1.藉由將該電磁波繞行式結構披覆在該障礙物時，該等天線將該電磁波饋入到該傳輸單元形成該等傳輸線電磁波，該等傳輸線電磁波再經由該等傳輸單元傳輸至另外的該等天線，再經由另外的該等天線將該等傳輸線電磁波輻射出去，則能讓該電磁波入射至該障礙物時，繞過該障礙物所造成的阻擋，解決該電磁波入射該障礙物造成通訊死角的缺點。

【0024】 2.藉由調整該入射區及該發射區位於該基板的範圍、位置，而該等天線分別鄰近在該入射區及該發射區上的該等傳輸線，則可控制讓該電磁波繞行至何處發射。

【0025】 3.該電磁波以與該第一側的法向量夾該角度的該入射方向入射該障礙物10的該第一側時，該電磁波在該第二側以與該第二側的法向量同樣夾該角度的方向輻射出去，由此可控制該電磁波的行進方向。

【0026】 4.藉由該傳輸單元在延伸過程呈現從該第一方向彎折延伸至垂直該第一方向的該第二方向，使該電磁波經由該電磁波繞行式結構的傳輸也形成該極化轉換。

#### 【圖式簡單說明】

#### 【0027】

[第一圖]是一立體圖，說明本案電磁波繞行式結構的一第一實施例。

[第一A圖]是一局部放大立體圖，說明該第一實施例的局部放大。

[第二圖]是一示意圖，說明該第一實施例的一傳輸線。

[第三圖]是一示意圖，說明將該第一實施例披覆在一障礙物。

[第四圖]是一立體圖，說明該第一實施例已披覆在該障礙物且環繞該障礙物一圈。

[第五圖]是一側視圖，說明該第一實施例使一電磁波繞行。

[第六圖]是一量測圖，說明該障礙物有無披覆該第一實施例的功率比較。

[第七圖]是一俯視圖，說明該電磁波入射該第一實施例的一入射角等於一透射角。

[第八圖]是一立體圖，說明本案電磁波繞行式結構的一第二實施例。



[第九圖]是一示意圖，說明將該第二實施例披覆在該障礙物。

[第十圖]是一立體圖，說明該第二實施例已披覆在該障礙物。

[第十一圖]是一前視圖，說明本案電磁波繞行式結構的一第三實施例。

[第十二圖]是一前視圖，說明該第三實施例的局部放大。

[第十三圖]是一模擬圖，說明該障礙物有無披覆該第三實施例的功率比較。

[第十四圖]是一俯視圖，說明該障礙物。

[第十五圖]是一立體圖，說明本案電磁波繞行式結構的一第四實施例已披覆該障礙物。

[第十六圖]是一立體圖，說明本案電磁波繞行式結構的一第五實施例。

[第十七圖]是一立體圖，說明本案電磁波繞行式結構的一第六實施例。

[第十八圖]是一立體圖，說明本案電磁波繞行式結構的一第七實施例。

#### 【實施方式】

【0028】 綜合上述技術特徵，本發明電磁波繞行式結構的主要功效將可於下述實施例清楚呈現。

【0029】 在本發明被詳細描述之前，應當注意在以下的說明內容中，類似的元件是以相同的編號來表示。

【0030】 參閱第一圖至第三圖，本發明電磁波繞行式結構的一第一實施例，適用於披覆在阻擋一電磁波的一障礙物10，該障礙物10例如為一金屬板，該障礙物10包括一第一側101及一第二側102，該第一側101相反於該第二側102，該電磁波與該第一側101位於該障礙物10的同一側，在該障礙物10還未披覆上該電磁波繞行式結構且該電磁波入射該障礙物10的第一側101時，該電磁波被該障礙物10阻擋而無法透射該障礙物10至該第二側102的後方，該電磁波

操作在一操作頻率，在本例中，該操作頻率以6.8 GHz作說明，但不以此為限。該電磁波繞行式結構包含一基板1、複數個傳輸單元2、複數個天線3，及複數個隔離元件4。該電磁波繞行式結構設置在一第一介質的空間，在本例中，該第一介質為空氣或真空，須注意的是，該第一介質不限於空氣或真空，也可為水、玻璃、或任意複合型材料。

【0031】 參閱第一圖、第一A圖及第二圖，該基板1概呈一矩形，該基板的材質為一第二介質，在本例中，該基板1為高頻微波板材的玻璃增強碳氫化合物和陶瓷層壓板，且厚度為0.508 mm。

【0032】 該等傳輸單元2分別以平行一排列方向X間隔地設置在該基板1。每一傳輸單元2包括複數條傳輸線21，該等傳輸線21依序連接。每一傳輸線21具有一傳輸線長度d，該傳輸線長度d為一操作波長，該操作波長相關一第一介質操作波長，該第一介質操作波長相關該操作頻率。在本例中，該傳輸線長度d平行一延伸方向Y，該延伸方向Y垂直該排列方向X，該等傳輸線21以平行該延伸方向Y的直線方向依序連接，使每一傳輸單元2平行該延伸方向Y排列。每一傳輸線21為一微波表面電漿傳輸線(Spoof surface plasmon polaritons transmission line, SSPP TL)。由於在該微波表面電漿傳輸線傳輸的電磁波之波向量大於在自由空間傳輸的電磁波之波向量，則在該微波表面電漿傳輸線傳輸的電磁能量，有不易向外輻射的特性，因此，該微波表面電漿傳輸線有著極低的輻射損耗。每一傳輸線21包括一個第一傳輸部211，及複數個第二傳輸部212。在本例中，以六個第二傳輸部212作說明。該第一傳輸部211為一四邊形，該四邊形概呈一矩形，該第一傳輸部211的長度為該傳輸線長度d且平行該延伸方向Y。該等第二傳輸部212以平行該延伸方向Y且間隔地設置在該第一傳輸部211，每一第二

傳輸部212也為該四邊形，該四邊形也概呈該矩形，每一第二傳輸部212的長度垂直該延伸方向Y，且以該第一傳輸部211為中心對稱。其中，該第一傳輸部211的長度為該傳輸線長度d，該第一傳輸部211的寬度小於一第一間距a，任二所述第二傳輸部212間隔的距離為該第一間距a，任一所述第二傳輸部212及其中一相鄰的所述第二傳輸部212，二者對應同一位置之間的距離為一第二間距p，任一所述第二傳輸部212在垂直該延伸方向Y的任一端至該第一傳輸部211的最短距離為一第三間距H，該第一間距a、該第二間距p、該第三間距H之間的關係可從以下公式獲得。

$$\text{【0033】 } \left(\frac{a}{p}\right)^2 = \left[\left(\frac{ck_{sspp}}{\omega\sqrt{\epsilon_r}}\right)^2 - 1\right] \cot^2(2H\sqrt{\epsilon_r}\frac{\omega}{c}) \text{-----(1)}$$

【0034】 其中， $k_{sspp}$ 為一操作頻率波數， $\lambda_{sspp}$ 為該操作波長， $\epsilon_r$ 為一介電常數， $\omega$ 為一操作頻率角頻率， $c$ 是光速， $a$ 是該第一間距， $p$ 是該第二間距， $H$ 是該第三間距。須注意的是，該介電常數 $\epsilon_r$ 為填充在該第一傳輸部211及該等第二傳輸部212之間的一介質之該介電常數 $\epsilon_r$ ，本例的該介質為該第一介質。

【0035】 參閱第二圖至第四圖，該等天線3分別設置在該基板1，該等天線3分別鄰近該等傳輸線21，且位在對應的該等傳輸線21的相近相位的位置，其中相近相位為相位差在30度以內，每一天線3能將在該操作頻率接收到的該電磁波饋入到對應的該傳輸線21傳輸，且能將在對應的該傳輸線21傳輸的該電磁波在該操作頻率向外輻射。在本例中，每一天線3為一偶極天線，本例的該偶極天線的長度設定為該第一介質操作波長的二分之一，每一偶極天線設置在對應的該傳輸線21上，且一端對齊對應的該傳輸線21從端點數來第二個第二傳輸部212上，該等偶極天線的中心之間間距介於該第一介質操作波長的四分之一到四分之三之間，在本例中該等偶極天線的中心之間間距為該第一介質操作

波長的二分之一。要補充說明的是，從公式(1)獲得每一傳輸線21的該第一間距a、該第二間距p、該第三間距H之間的關係，則可選擇適當的該第一間距a、該第二間距p、該第三間距H，使每一傳輸線21及對應的該天線3各自在該第一介質的一波阻抗互相匹配。

**【0036】** 該等隔離元件4分別設置在該等傳輸線21及該等天線3之間，每一隔離元件4的材料為一非導電材料，在本例中，每一隔離元件4為一泡棉，藉由該等隔離元件4讓該等天線3鄰近該等傳輸線21卻不碰觸到該等傳輸線21。

**【0037】** 參閱第四圖及第五圖，該電磁波繞行式結構執行一電磁波繞行方法，該電磁波繞行方法為將該電磁波繞行式結構披覆該障礙物10時環繞該障礙物10一圈，該電磁波以一入射方向往該第一側101上的該電磁波繞行式結構入射時，會入射到位在該第一側101上的部分該等天線3，其中，該入射方向平行一法線方向Z，該法線方向垂直於該排列方向X及該延伸方向Y，該等天線3會將該電磁波饋入到對應的該等傳輸線21，該電磁波在該等傳輸線21分成分別朝向相反方向傳輸的二傳輸線電磁波，藉由該等傳輸線21之間的連接，該等傳輸線電磁波分別在該等傳輸線21傳輸且從位於該第一側101上的位置傳輸繞到位於該第二側102上的位置後會合，位於該第二側102上的天線3耦合該等傳輸線電磁波，該等天線3也產生同相位的該等傳輸線電磁波，並將該等傳輸線電磁波輻射出去，因此，該電磁波經由該電磁波繞行式結構從該第一側101繞到該第二側102後發射出去，則可解決該障礙物10阻擋該電磁波造成通訊的死角的缺點。

**【0038】** 使用一電磁模擬軟體對該第一實施例進行模擬，先模擬沒有該障礙物10時該電磁波的空間功率分布，模擬測得該電磁波的空間功率值為1.364微瓦，再模擬有該障礙物10時，在該障礙物10的第二側102後方測得該電磁波的空

間功率值為0.039微瓦，相對於原空間功率值下降至2.86%以下，接著再模擬將該電磁波繞行式結構披上該障礙物10且環繞該障礙物10一圈，則在該障礙物10的第二側102後方測得該電磁波的空間功率值為1微瓦，相對於原空間功率值約只降1.1dB，也就是原空間功率值的77.8%都通過該障礙物10。

【0039】 參閱第五圖及第六圖，對該第一實施例進行實測，該障礙物10為一鋁箔板，先量測該障礙物10沒有披覆該電磁波繞行式結構時，該電磁波的功率通過量，再量測該障礙物10披覆該電磁波繞行式結構之後，該電磁波的功率通過量，從量測結果可知，該障礙物10披覆該電磁波繞行式結構後，確實讓6.8 GHz頻段的該電磁波繞過該障礙物10，在該障礙物10的第二側102後方提升100倍(約20dB)的功率增益，且也讓頻寬增益，有效增益的頻寬為0.7 GHz。

【0040】 參閱第一圖及第二圖，需補充說明的是，每一傳輸線21的該等第二傳輸部212設置在該第一傳輸部211的位置，並不侷限為以該第一傳輸部211為中心對稱且垂直該第一傳輸部211，也可沿著該第一傳輸部211的長度的方向間隔設置在該第一傳輸部211。此外，每一傳輸線21的所述第二傳輸部212的數量並無限制。

【0041】 參閱第七圖，再要補充說明的是，若該電磁波斜向入射至該第一側101上的該電磁波繞行式結構，其中，該第一側101的法向量平行該法線方向Z，該第二側102的法向量也平行該法線方向Z，該入射方向為與該第一側101的法向量夾一角度，亦即與該法線方向Z夾該角度，其中，該排列方向X、該延伸方向Y及該法線方向Z表示一直角坐標系，該角度以一球座標角度 $(\theta, \varphi)$ 表示，該球座標角度 $(\theta, \varphi)$ 介於正負90度之間，該等傳輸線21傳輸該電磁波至位於該第二側102上的位置，該第二側102上的該等天線3將該等傳輸線電磁波以與該第二

側102的法向量夾同樣的該角度的方向射出，由於該第一側101與該第二側102為平行，亦即該等傳輸線電磁波也是以該入射方向向外輻射，則本例不只可以保持該電磁波的一透射角等於一入射角，也可以維持該電磁波與一入射面及一輻射面的匹配。

【0042】 參閱第八圖至第十圖，本發明電磁波繞行式結構的一第二實施例，與該第一實施例類似，不同處在於該等天線3分別設置在該基板1且只鄰近部分的該等傳輸線21，該等天線3藉由該等隔離元件4設置在所對應的部分該等傳輸線21中相近相位的位置，與該第一實施例類似，該第一側101上的該等天線3接收該電磁波，並將接收到的該電磁波饋入到對應的該等傳輸線21傳輸，該等傳輸線21傳輸該等傳輸線電磁波至位於該第二側102上的位置，該第二側102上的該等天線3將該等傳輸線電磁波以該入射方向向外輻射。

【0043】 參閱第十一圖至第十三圖，本發明電磁波繞行式結構的一第三實施例，與該第二實施例類似，不同處在於每一天線3為一貼片天線，該貼片天線包括一圓型金屬片，該圓形金屬片的半徑與該操作頻率呈反比，該等貼片天線與該傳輸單元2位於同一平面，該等貼片天線分別鄰近且交錯地設置在該傳輸單元2以該傳輸線長度 $d$ 的方向的兩側，其中，任二鄰近交錯的所述貼片天線的中心，以平行該傳輸線長度 $d$ 的方向之間距 $d_1$ 介於該第一介質操作波長的四分之一到四分之三之間，在本例中，任二鄰近交錯的所述貼片天線的中心之間距 $d_1$ 為該第一介質操作波長的二分之一。該等貼片天線與該等傳輸單元2位於同一平面上，簡化製作的複雜度。在本例中，該操作頻率以6.2 GHz作說明，對該第三實施例進行模擬，先模擬該障礙物10沒有披覆該電磁波繞行式結構時，該電磁波的功率通過量，再模擬該障礙物10披覆該電磁波繞行式結構之後，該電磁

波的功率通過量，從模擬結果可知，與該第一實施例的結果類似，該障礙物10披覆該電磁波繞行式結構後，確實讓該電磁波繞過該障礙物10，在該障礙物10後方提升的最大能量為100倍(約20dB)的功率增益。

【0044】 參閱第十四圖至第十五圖，本發明電磁波繞行式結構的一第四實施例，與該第三實施例類似，不同處在於該電磁波繞行式結構僅披覆在該障礙物10的部分位置，該障礙物10例如為一牆壁及突出該牆壁的一柱子，該電磁波繞行式結構實際在披覆該障礙物10時，不一定能夠環繞該障礙物10一圈，可能只能披覆到該障礙物10的局部位置，在本例中，該電磁波繞行式結構只披覆該柱子的局部區域，在該電磁波入射經由該等天線3耦合至該等傳輸線21，該等傳輸線電磁波傳輸到該等傳輸單元2的終端時，將會產生反射的效果，反射回的該等傳輸線電磁波與流入的該等傳輸線電磁波疊加會形成駐波，則在該等傳輸線單元2的終端形成垂射陣列的輻射效果，因此，即使該電磁波繞行式結構僅披覆在該障礙物10的部分位置，該電磁波一樣也可藉由該電磁波繞行式結構繞過該障礙物10輻射。再要補充說明的是，該電磁波繞行式結構披覆到該障礙物10的兩相反側，則該電磁波以該入射方向入射其中一側時，另一側同樣以該入射方向向外輻射。

【0045】 參閱第十六圖，本發明電磁波繞行式結構的一第五實施例，與該第四實施例類似，不同處在於該傳輸單元2在某些位置呈現彎折的延伸，亦即該等傳輸線21在連接時並不是以一直線方向連接，該傳輸單元2呈現彎折為從一第一方向 $L_1$ 彎折延伸至垂直該第一方向 $L_1$ 的一第二方向 $L_2$ ，該傳輸單元2彎折的曲率半徑至少為該第一介質操作波長的五分之一，每一傳輸線21的第二傳輸部212(第二圖)沿著該第一傳輸部211(第二圖)的長度的方向間隔設置在該第一傳

輸部211，該基板1包括一入射區11及一發射區12，該入射區11與該發射區12位於該障礙物10的相反兩面，該等天線3分別設置在該基板1的該入射區11及該發射區12，該等天線3分別鄰近在該入射區11及該發射區12上的該等傳輸線21，且位在該入射區11及該發射區12上對應的該等傳輸線21中的相近相位的位置。將該電磁波繞行式結構披覆於該障礙物10的部分位置時，該入射區11與該電磁波位於該障礙物10的同一側，該入射區11的該等天線3將該電磁波饋入到對應的該等傳輸線21形成為該等傳輸線電磁波，該等傳輸線電磁波藉由該等傳輸線21傳輸至該發射區12，位於該發射區12的該等天線3耦合該等傳輸線電磁波且將該等傳輸線電磁波輻射出去，因此，藉由調整該入射區11及該發射區12位於該基板1的範圍、位置，可控制讓該電磁波繞行至何處發射。需注意的是，該電磁波入射該入射區11的該等天線3時為一水平極化的態樣，從該發射區12輻射出去的該電磁波為一垂直極化的態樣，該電磁波經由該電磁波繞行式結構形成一極化轉換。

**【0046】** 參閱第十七圖，本發明電磁波繞行式結構的一第六實施例，與該第五實施例類似，不同處在於該入射區11與該發射區12位於該障礙物10的相鄰兩面，該傳輸單元2從該入射區11延伸至該障礙物10相反於該入射區11的那一面後再延伸至該發射區12，但該傳輸單元2延伸至該發射區12的過程並沒有呈現彎折，該電磁波與該第五實施例的繞行過程類似，該入射區11的該等天線3將該電磁波饋入到對應的該等傳輸線21而形成該等傳輸線電磁波，該等傳輸線電磁波藉由該等傳輸線21傳輸至該發射區12，位於該發射區12的該等天線3耦合該等傳輸線電磁波且將該等傳輸線電磁波輻射出去，該電磁波輻射後改變入射



時的行進方向，由於該傳輸單元2沒有呈現彎折，所以該電磁波並未形成該極化轉換。

【0047】 參閱第十八圖，本發明電磁波繞行式結構的一第七實施例，與該第六實施例類似，不同處在於該傳輸單元2從該入射區11延伸至該發射區12的過程呈現彎折，該電磁波入射該入射區11的該等天線3時為該水平極化的態樣，從該發射區12輻射出去的該電磁波為該垂直極化的態樣，該電磁波經由該電磁波繞行式結構的傳輸也形成該極化轉換。需補充說明的是，若該電磁波以與該入射區11的法向量夾一角度的方向入射，該電磁波從該發射區12輻射出去時也是以與該發射區12的法向量夾同樣的該角度的方向向外輻射。

【0048】 綜上所述，藉由將該電磁波繞行式結構披覆在該障礙物10時，該等天線3將該電磁波饋入到該等傳輸單元2形成該等傳輸線電磁波，該等傳輸線電磁波再經由該等傳輸單元2傳輸至另外的該等天線3，再經由另外的該等天線3將該等傳輸線電磁波輻射出去，則能讓該電磁波入射至該障礙物10時，繞過該障礙物10所造成的阻擋，解決該電磁波入射該障礙物10造成通訊死角的缺點，此外，該電磁波以該入射方向入射該障礙物10的該第一側101時，該電磁波在該第二側102同樣以該入射方向輻射出去，由此可控制該電磁波的行進方向，又藉由調整該入射區11及該發射區12位於該基板1的範圍、位置，而該等天線3分別鄰近在該入射區11及該發射區12上的該等傳輸線21，則可控制讓該電磁波繞行至何處發射，更可藉由該等傳輸單元2在延伸過程呈現從該第一方向 $L_1$ 彎折延伸至垂直該第一方向 $L_1$ 的該第二方向 $L_2$ ，使該電磁波經由該電磁波繞行式結構的傳輸也形成該極化轉換。

【0049】 綜合上述實施例之說明，當可充分瞭解本發明之操作、使用及本發明產生之功效，惟以上所述實施例僅係為本發明之較佳實施例，當不能以此限定本發明實施之範圍，即依本發明申請專利範圍及發明說明內容所作簡單的等效變化與修飾，皆屬本發明涵蓋之範圍內。

【符號說明】

【0050】

- 10:障礙物
- 101:第一側
- 102:第二側
- 1:基板
- 11:入射區
- 12:發射區
- 2:傳輸單元
- 21:傳輸線
- 211:第一傳輸部
- 212:第二傳輸部
- 3:天線
- 3A:發射天線
- 4:隔離元件
- X:排列方向
- Y:延伸方向
- Z:法線方向

d:傳輸線長度

a:第一間距

p:第二間距

H:第三間距

$k_{sspp}$ :操作頻率波數

$\lambda_{sspp}$ :操作波長

$\epsilon_r$ :介電常數

$\omega$ :操作頻率角頻率

c:光速

$S_{21}$ :正向傳輸係數

$\theta$ :角度

$\varphi$ :角度

$d_1$ :二貼片天線的中心間距

$L_1$ :第一方向

$L_2$ :第二方向

## 【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種電磁波繞行式結構，包含：

一基板，設置在一第一介質的空間，該基板的材質為一第二介質；

一傳輸單元，設置在該基板，該傳輸單元包括複數條傳輸線，每一傳輸線具有一傳輸線長度，每一傳輸線長度相關一第一介質操作波長，該第一介質操作波長相關一操作頻率，該等傳輸線依序連接；及

複數個天線，分別設置在該基板，該等天線分別鄰近至少部分的該等傳輸線，且位在對應的該等傳輸線中的相近相位的位置，每一天線能將在該操作頻率接收到的一電磁波饋入到對應的該傳輸線傳輸，且能將在對應的該傳輸線傳輸的該電磁波在該操作頻率向外輻射。

【請求項2】 如請求項1之電磁波繞行式結構，其中，每一傳輸線為一微波表面電漿傳輸線，每一傳輸線包括一第一傳輸部，及一第二傳輸部，該第一傳輸部為一四邊形，該第二傳輸部為一四邊形且設置在該第一傳輸部。

【請求項3】 如請求項1之電磁波繞行式結構，其中，每一傳輸線包括一個第一傳輸部，及複數個第二傳輸部，該第一傳輸部為一四邊形，該等第二傳輸部沿著該第一傳輸部的長度的方向間隔設置在該第一傳輸部，每一第二傳輸部為一四邊形。

【請求項4】 如請求項1之電磁波繞行式結構，其中，每一傳輸線包括一個第一傳輸部，及複數個第二傳輸部，該第一傳輸部為一四邊形，且該第一傳輸部的長度平行一延伸方向，該等第二傳輸部以平行該延伸方向且間隔地設置在該第一傳輸部，每一第二傳輸部為一四邊形，每一第二傳輸部的長度垂直該延伸方向，且以該第一傳輸部為中心對稱，任二所述第二傳輸部間隔的距離為一第一間

距，任一所述第二傳輸部至其中一相鄰的所述第二傳輸部，二者對應同一位置之間的距離為一第二間距，任一所述第二傳輸部在垂直該延伸方向的任一端至該第一傳輸部的最短距離為一第三間距，該第一間距、該第二間距及該第三間距的關係可從以下公式獲得：

$$\left(\frac{a}{p}\right)^2 = \left[ \left( \frac{ck_{sspp}}{\omega\sqrt{\epsilon_r}} \right)^2 - 1 \right] \cot^2 \left( 2H\sqrt{\epsilon_r} \frac{\omega}{c} \right)$$

其中， $k_{sspp}$  為一操作頻率波數， $\lambda_{sspp}$  為一操作波長，該操作波長相關該第一介質操作波長， $\epsilon_r$  為一介電常數， $\omega$  為一操作頻率角頻率， $c$  是光速， $a$  是該第一間距， $p$  是該第二間距， $H$  是該第三間距。

**【請求項5】** 如請求項1之電磁波繞行式結構，還包含複數個隔離元件，該等天線分別設置在該等傳輸線上，該等隔離元件分別設置在該等傳輸線及該等天線之間，每一隔離元件的材料為一非導電材料。

**【請求項6】** 如請求項1之電磁波繞行式結構，其中，每一天線為一偶極天線，任二相鄰的所述偶極天線的中心之間距介於該第一介質操作波長的四分之一到四分之三之間。

**【請求項7】** 如請求項1之電磁波繞行式結構，其中，每一天線為一貼片天線，該等貼片天線與該傳輸單元位於同一平面，該等貼片天線分別鄰近且交錯地設置在該傳輸單元以該傳輸線長度的方向之兩側。

**【請求項8】** 如請求項7之電磁波繞行式結構，其中，任二鄰近交錯的所述貼片天線的中心，以平行該傳輸線長度的方向之間距介於該第一介質操作波長的四分之一到四分之三之間。

【請求項9】 如請求項1之電磁波繞行式結構，其中，該傳輸單元從一第一方向彎折延伸至垂直該第一方向的一第二方向時，該傳輸單元彎折的曲率半徑至少為該第一介質操作波長的五分之一。

【請求項10】 一種電磁波繞行式結構，包含：

一基板，設置在一第一介質的空間，且包括一入射區及一發射區，該基板的材質為一第二介質；

一傳輸單元，設置在該基板，該傳輸單元包括複數條傳輸線，每一傳輸線具有一傳輸線長度，且每一傳輸線長度相關一第一介質操作波長，該第一介質操作波長相關一操作頻率，該等傳輸線依序連接；及

複數個天線，分別設置在該基板的該入射區及該發射區，該等天線分別鄰近在該入射區及該發射區上的該等傳輸線，且位在該入射區及該發射區上對應的該等傳輸線中的相近相位的位置，每一天線能將在該操作頻率接收到的該電磁波饋入到對應的該傳輸線傳輸，且能將在對應的該傳輸線傳輸的該電磁波在該操作頻率向外輻射。

【請求項11】 一種電磁波繞行方法，包含：

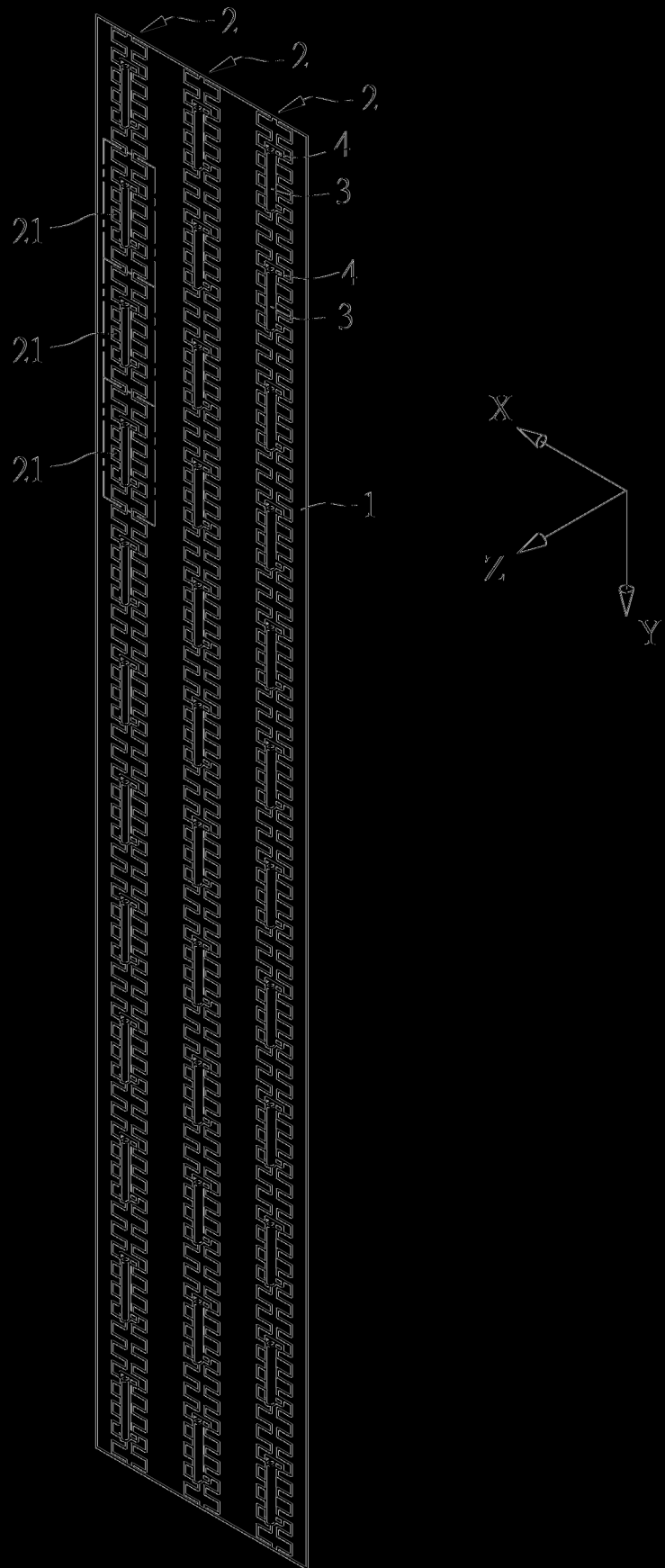
將如請求項1至9中任一項的該電磁波繞行式結構披覆在一障礙物，其中，該障礙物阻擋一電磁波，且包括一第一側及一第二側；及

該電磁波以一入射方向往該第一側上的該電磁波繞行式結構入射，該入射方向與該第一側的法向量夾一角度，該第一側上的該等天線接收該電磁波，並將接收到的該電磁波饋入到對應的該等傳輸線傳輸，該等傳輸線傳輸該電磁波至位於該第二側上的位置，該第二側上的該等天線將該電磁波以與該第二側的法向量夾該角度的方向向外輻射。

【請求項12】 一種電磁波繞行方法，包含：

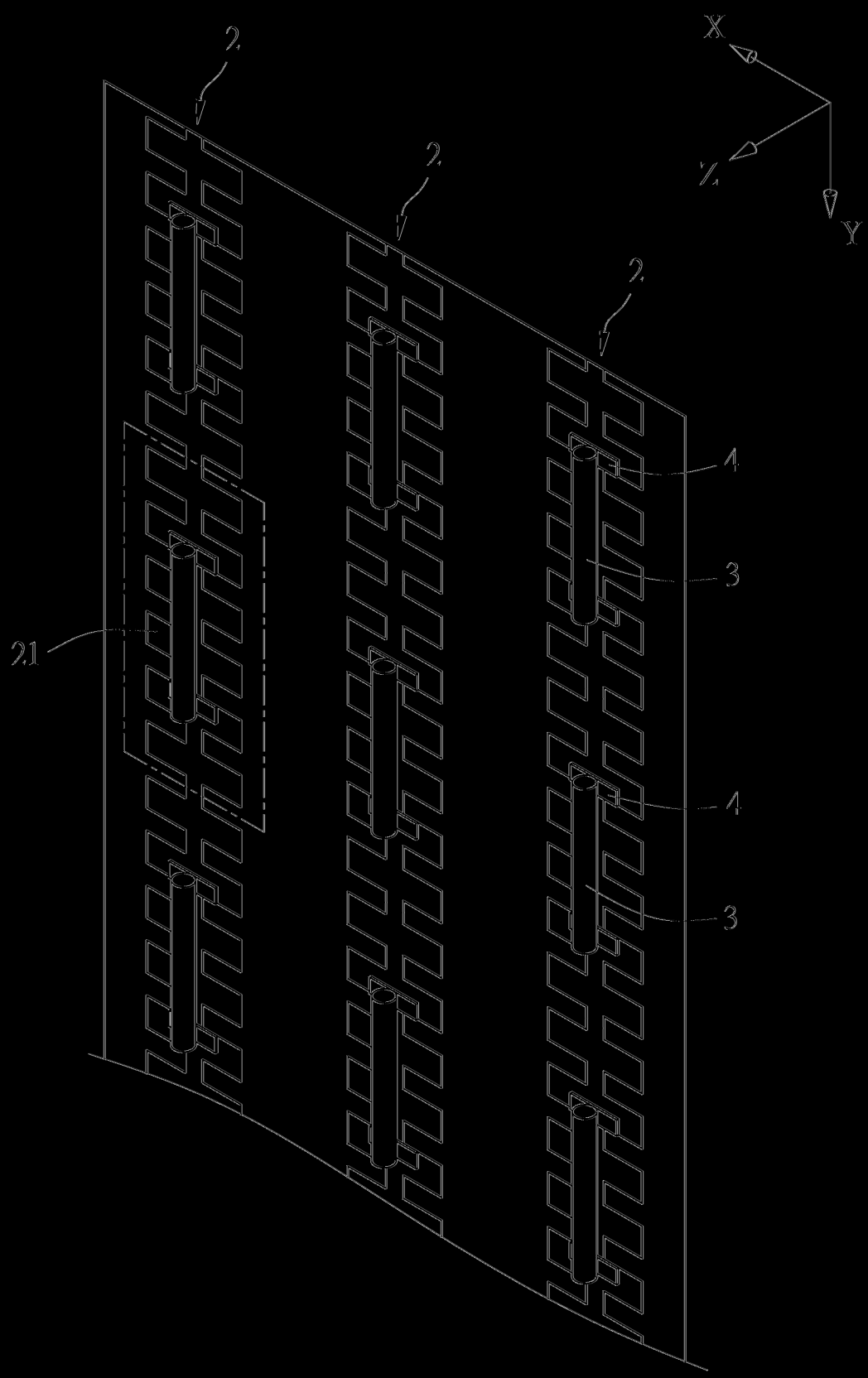
將如請求項10中的該電磁波繞行式結構披覆在一障礙物；及

一電磁波以一入射方向往該入射區入射，該入射方向與該入射區的法向量夾一角度，該入射區的該等天線接收該電磁波，並將接收到的該電磁波饋入到對應的該等傳輸線傳輸，該等傳輸線傳輸該電磁波至位於該發射區，該發射區的該等天線將該電磁波以與該發射區的法向量夾該角度的方向向外輻射。

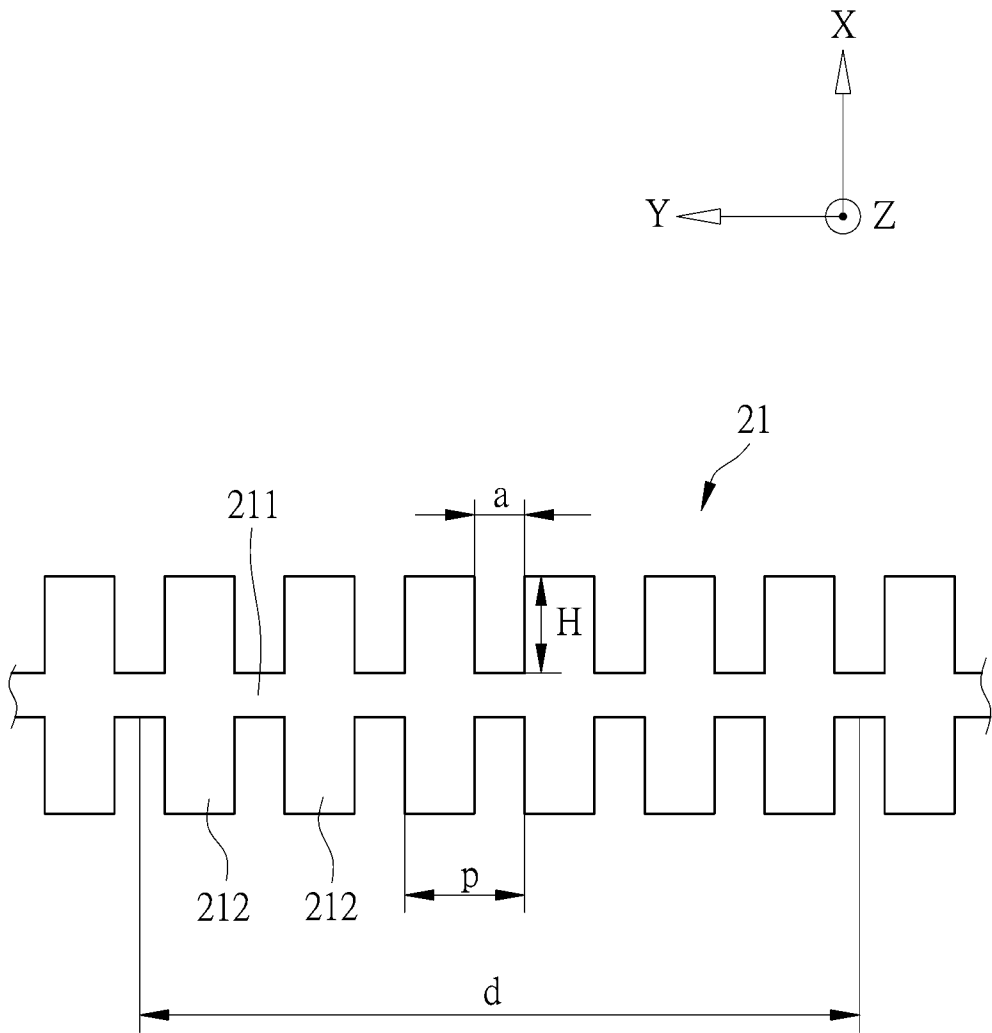


第一圖





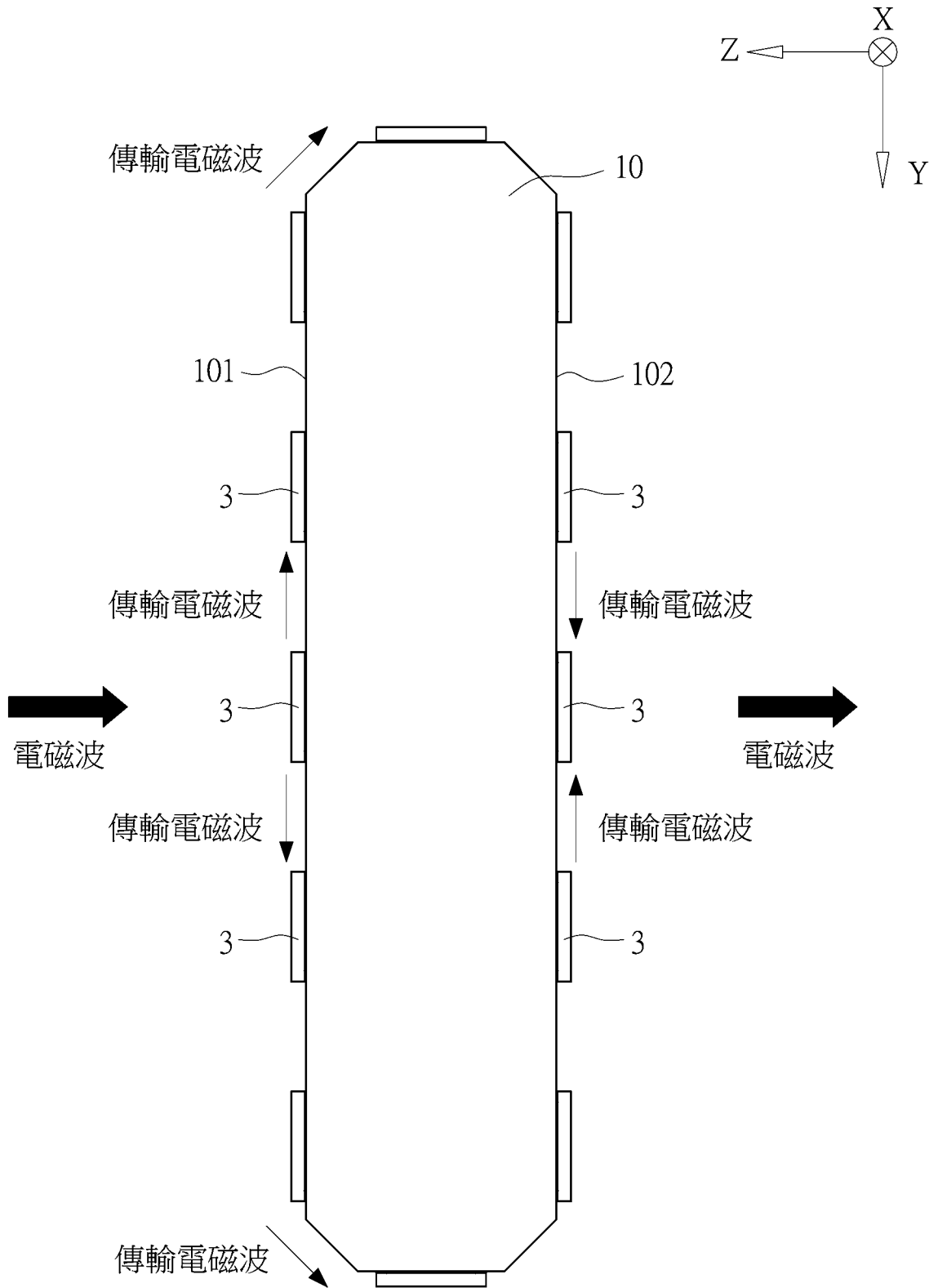
第一A圖



第二圖

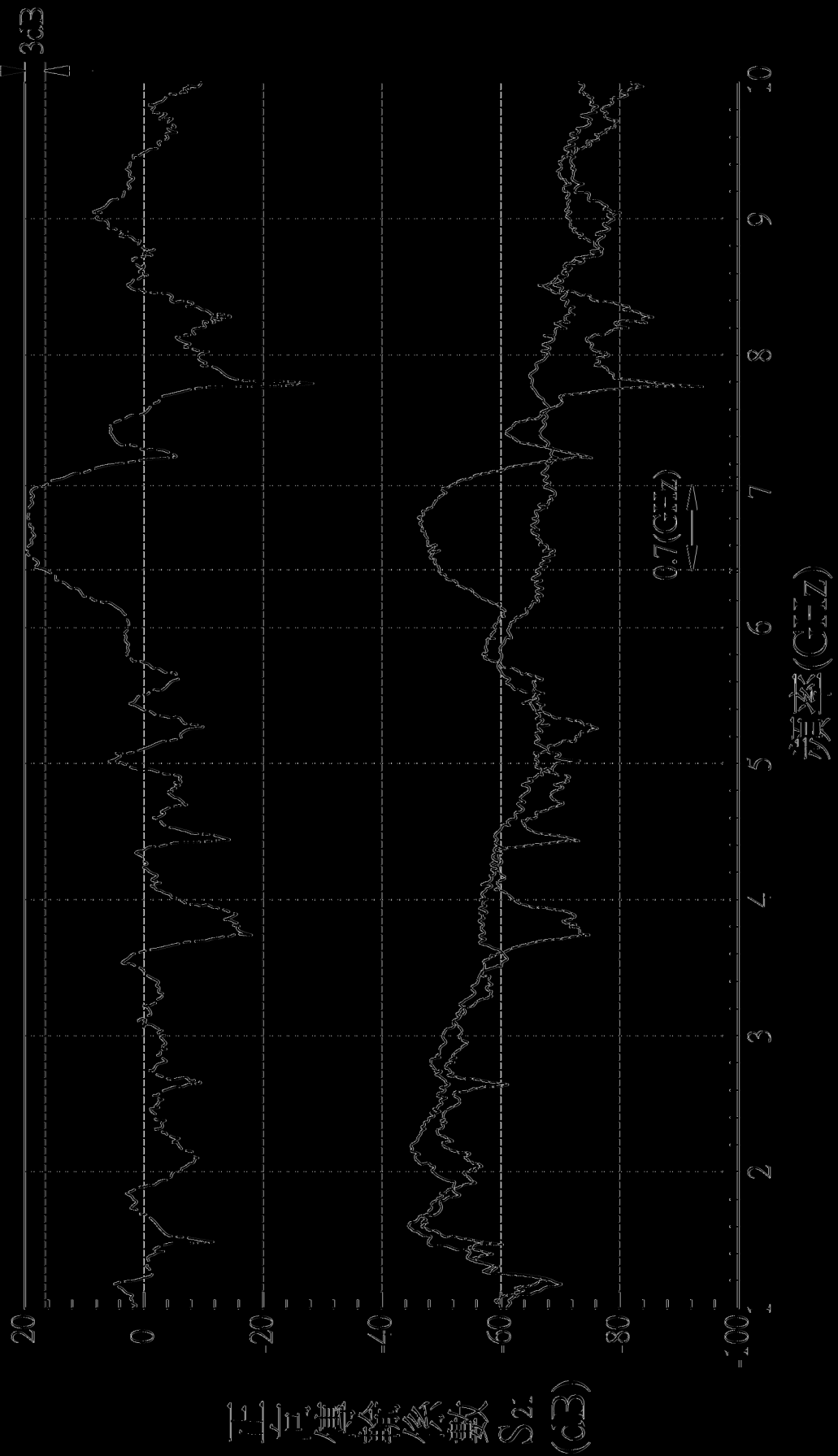






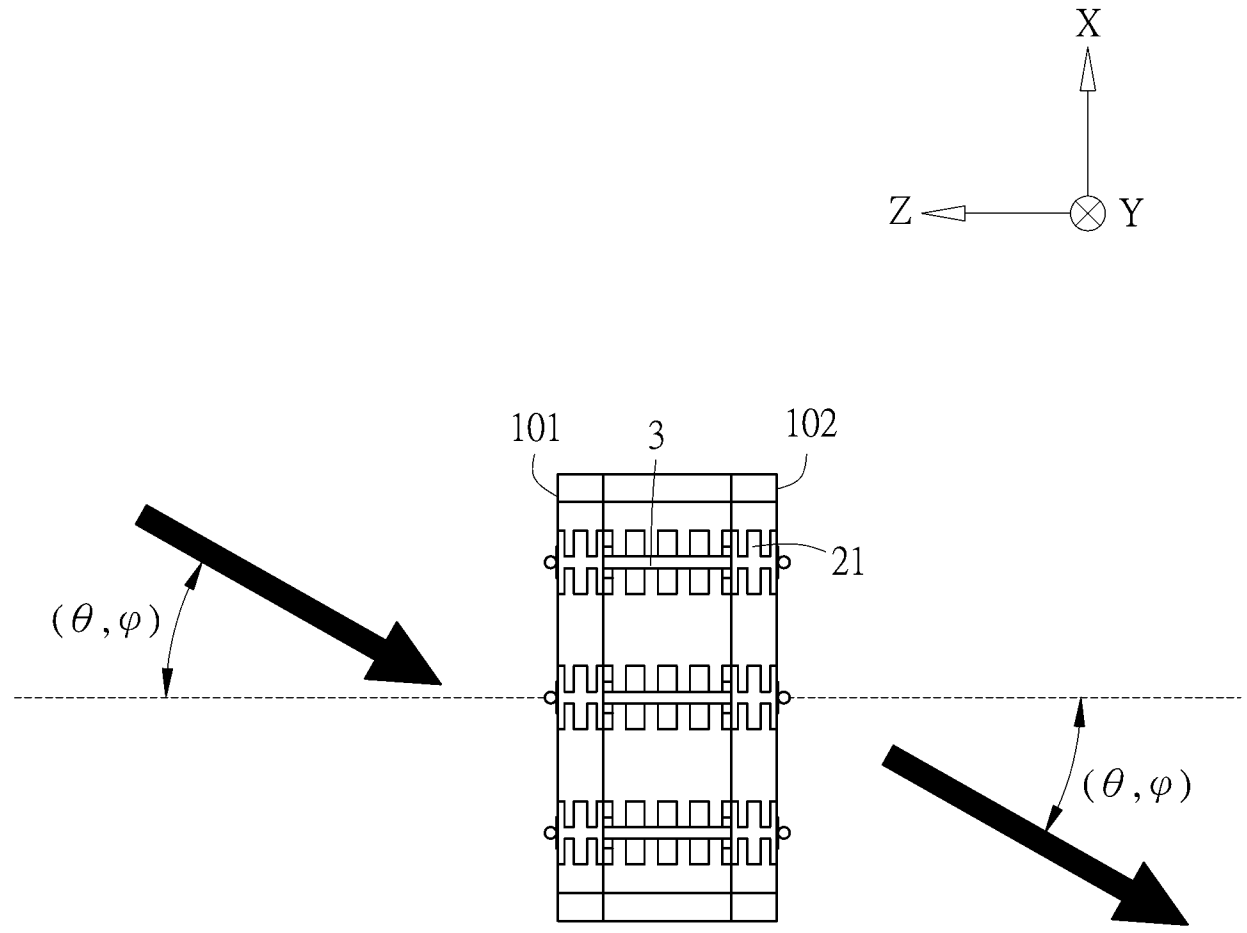
第五圖

波覆雪磁反饋行結構  
 金屬導體物  
 二者的功率增益



第六圖

互宜傳係數  $S_{21}$  (dB)

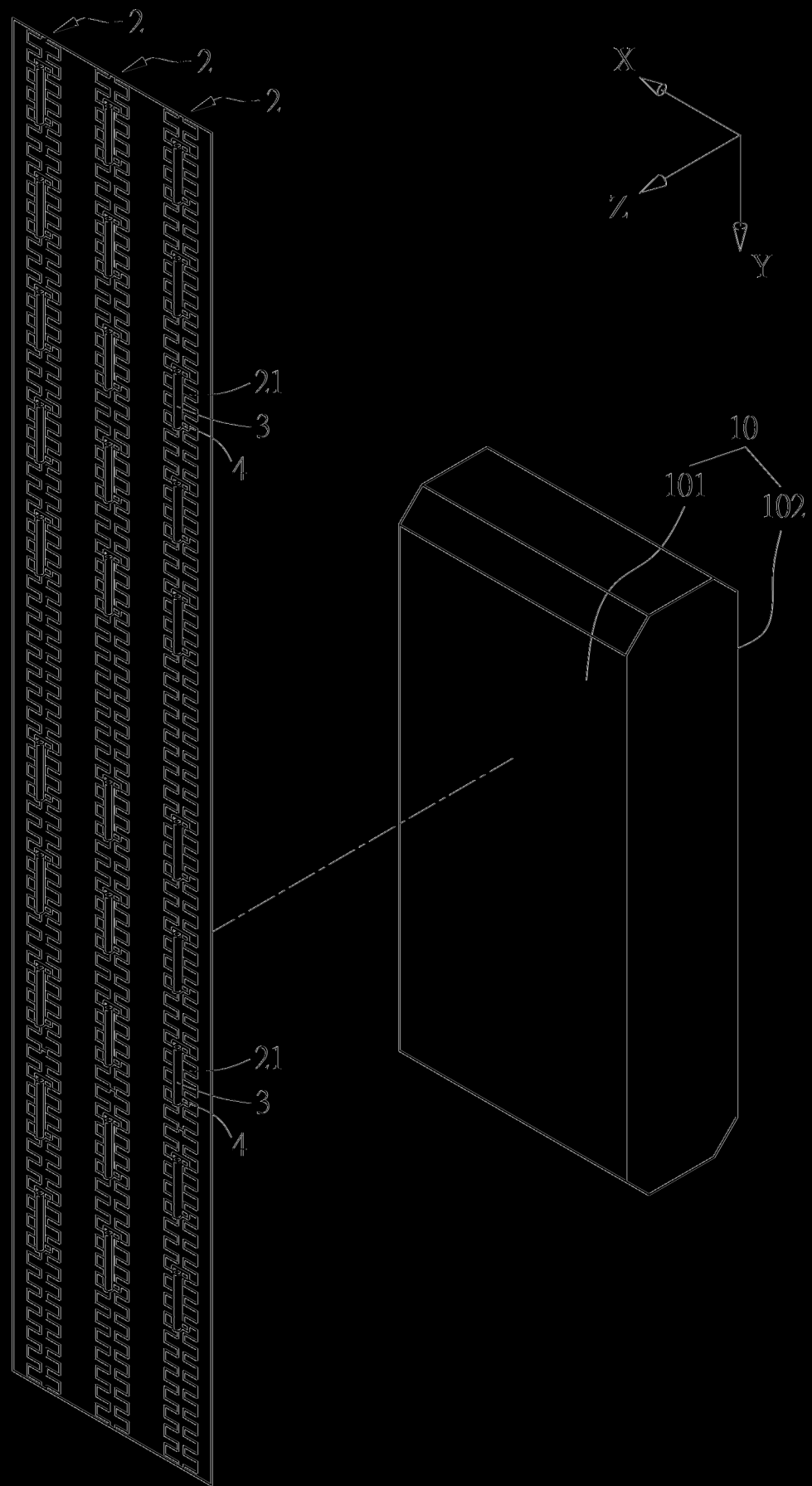


第七圖

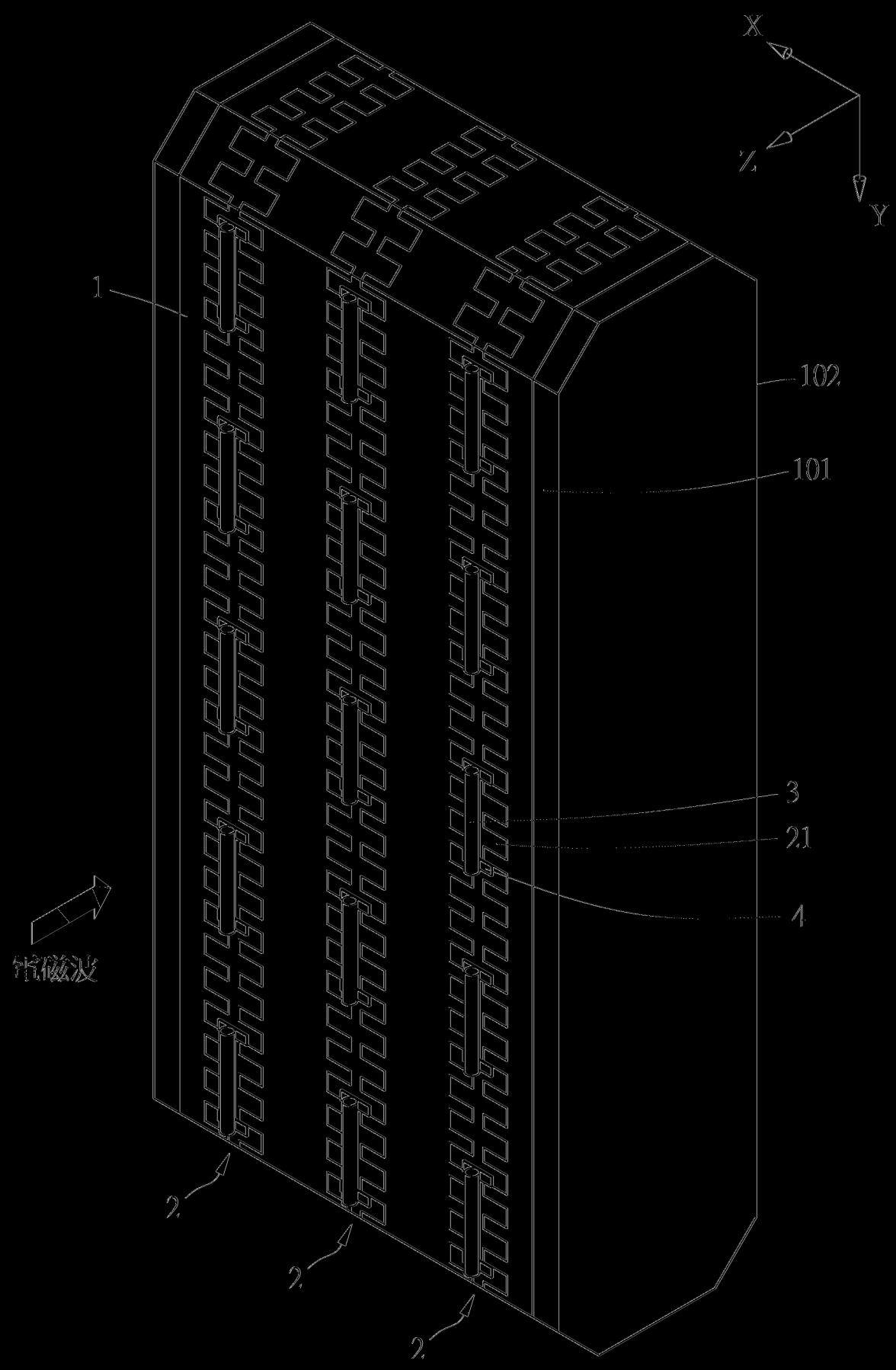


第八圖

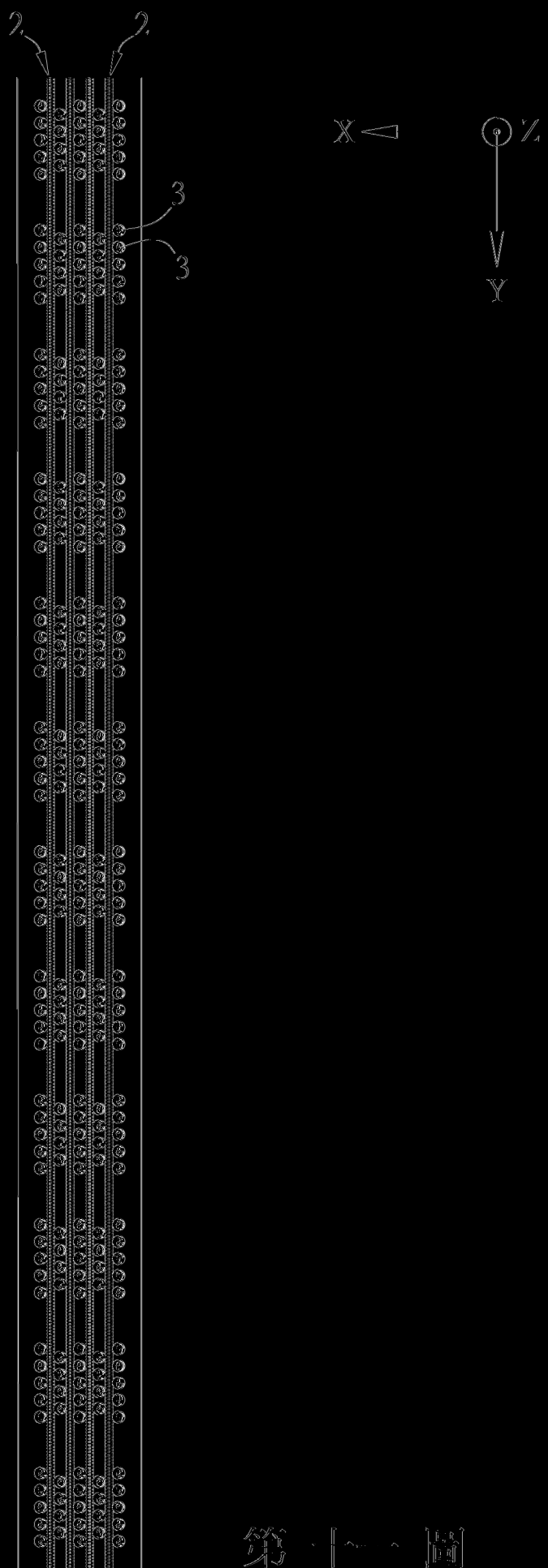




第九圖



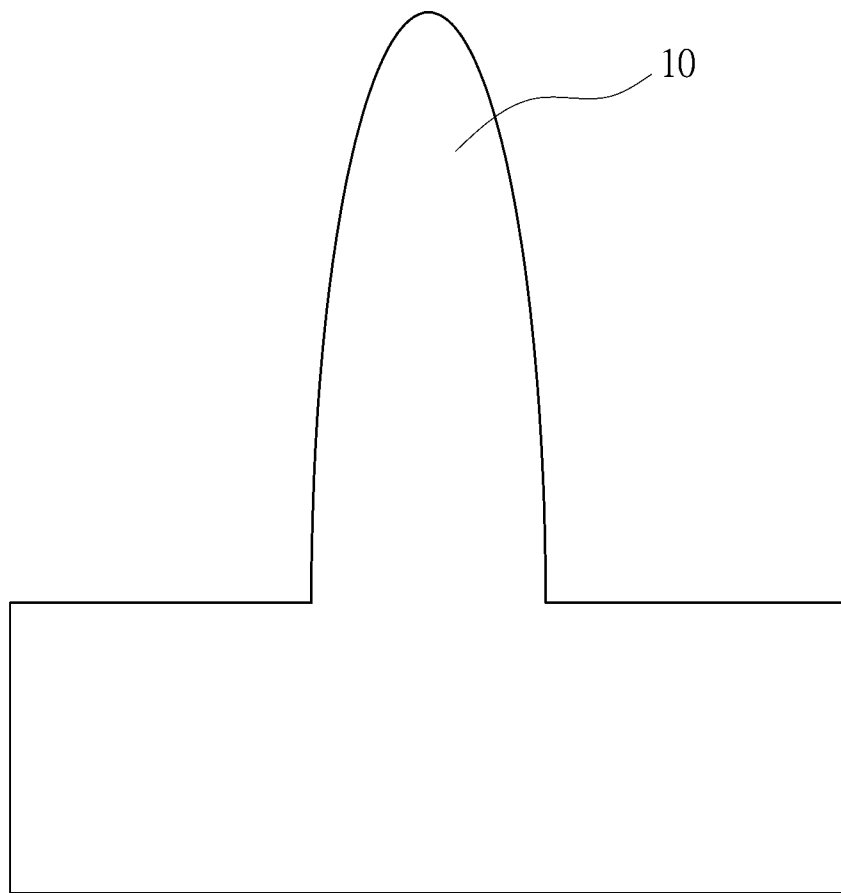
第十圖



第十圖

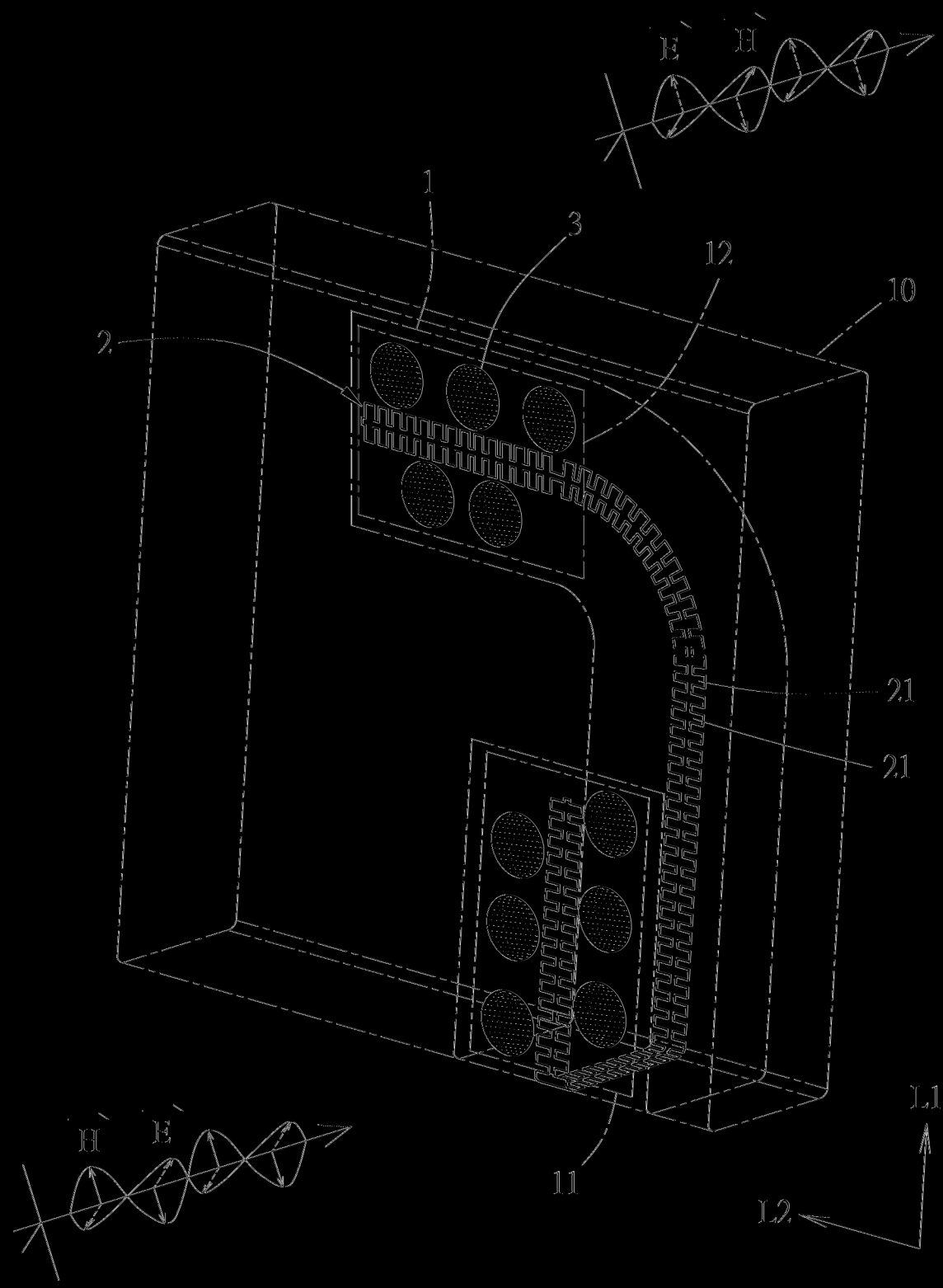






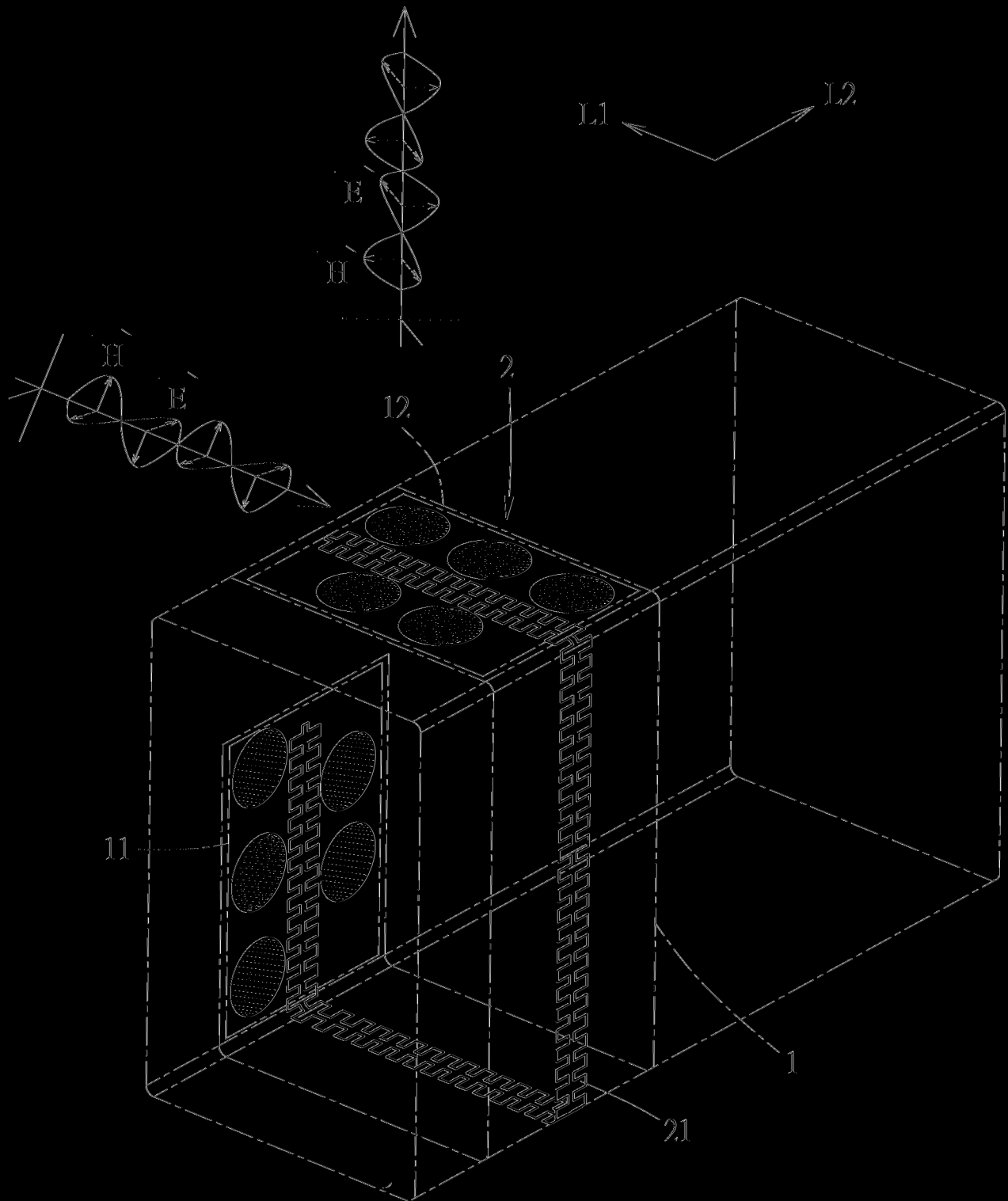
第十四圖



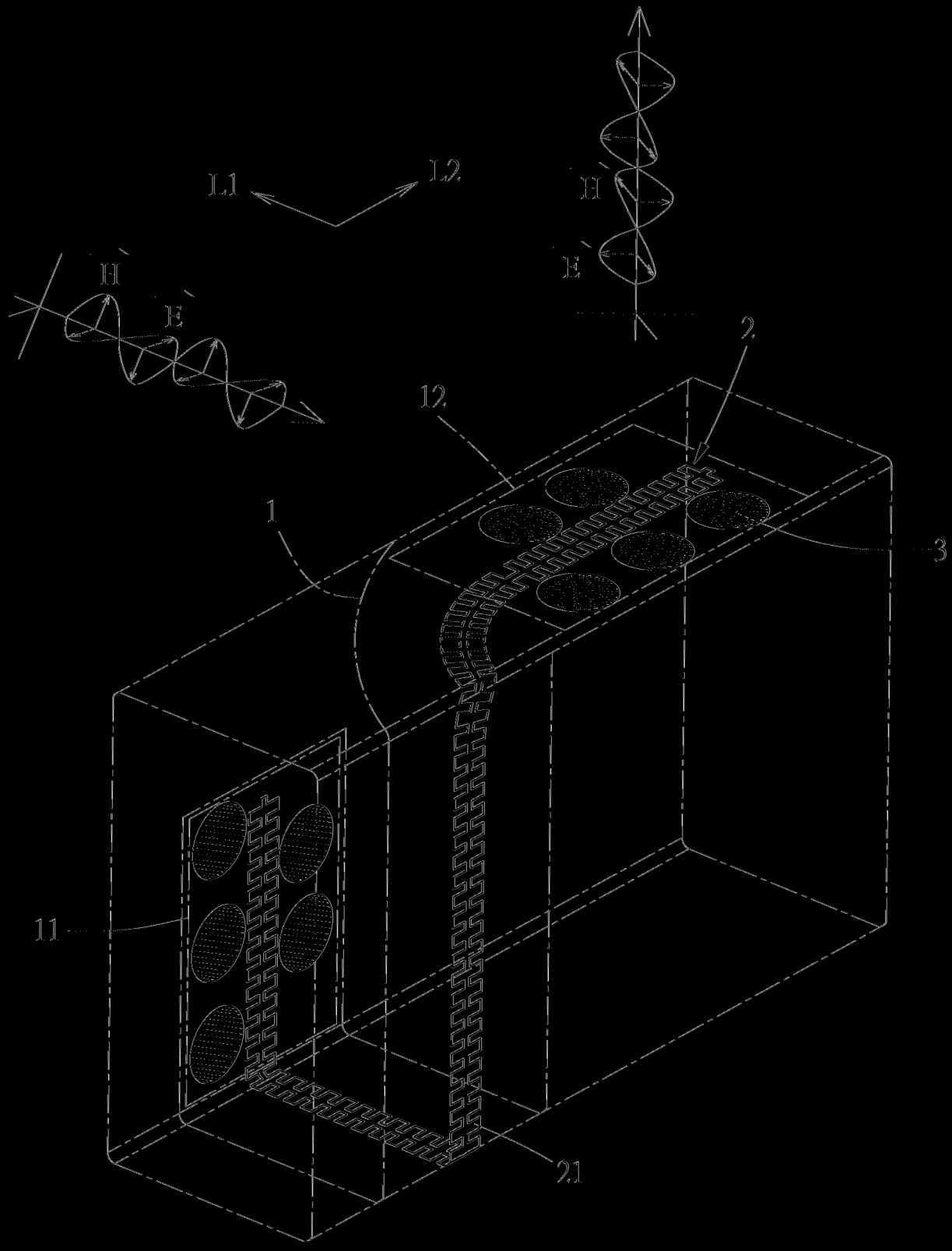


第十六圖





第十七圖



第十八圖