

(21)申請案號：112124548

(22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 06 月 30 日

(51)Int. Cl. : H01Q15/14 (2006.01)

H04B7/00 (2006.01)

(30)優先權：2022/08/17 日本

2022-130005

2022/11/15 日本

2022-182434

(71)申請人：日商 A G C 股份有限公司 (日本) AGC INC. (JP)

日本

(72)發明人：神原久美子 KAMBARA, KUMIKO (JP)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：12 項 圖式數：18 共 59 頁

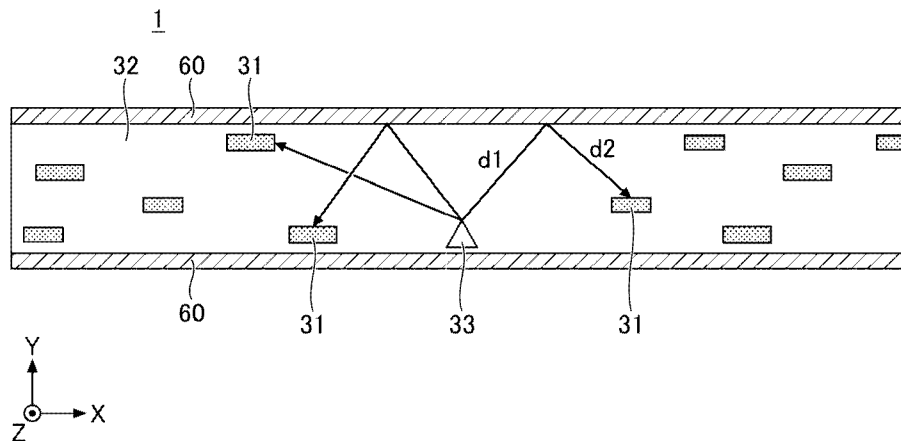
(54)名稱

無線傳輸系統

(57)摘要

本發明提供一種兼顧電波傳播環境之改善、與抑制電波向必要空間外飛出之無線傳輸系統。本發明之無線傳輸系統包含：基地台，其設置於室外或靠近室外之環境，以 1 GHz 以上 300 GHz 以下之指定波段進行無線通信；及電磁波反射裝置，其具有反射上述頻率之電磁波之反射面板，沿上述基地台之通信區域內之指定區域設置。上述基地台之發送天線係以將輸出電磁波入射至上述電磁波反射裝置之較最上部之高度更低之位置之方式，向上述指定區域形成發送射束，上述反射面板位於距上述發送天線最短距離 5.0 m 以上 300.0 m 以下之範圍，將上述頻率之上述電磁波反射至上述指定區域內，上述指定區域外之接收電力低於上述指定區域內之接收電力之平均值或中央值。

指定代表圖：



符號簡單說明：

1:無線傳輸系統

31:車輛

32:公路

33:基地台

60:電磁波反射裝置

d1:距離

d2:距離

【圖1】

## 【發明摘要】

### 【中文發明名稱】

無線傳輸系統

### 【中文】

本發明提供一種兼顧電波傳播環境之改善、與抑制電波向必要空間外飛出之無線傳輸系統。本發明之無線傳輸系統包含：基地台，其設置於室外或靠近室外之環境，以1 GHz以上300 GHz以下之指定波段進行無線通信；及電磁波反射裝置，其具有反射上述頻率之電磁波之反射面板，沿上述基地台之通信區域內之指定區域設置。上述基地台之發送天線係以將輸出電磁波入射至上述電磁波反射裝置之較最上部之高度更低之位置之方式，向上述指定區域形成發送射束，上述反射面板位於距上述發送天線最短距離5.0 m以上300.0 m以下之範圍，將上述頻率之上述電磁波反射至上述指定區域內，上述指定區域外之接收電力低於上述指定區域內之接收電力之平均值或中央值。

### 【指定代表圖】

圖1

### 【代表圖之符號簡單說明】

- 1:無線傳輸系統
- 31:車輛
- 32:公路
- 33:基地台
- 60:電磁波反射裝置
- d1:距離
- d2:距離

## 【發明說明書】

### 【中文發明名稱】

無線傳輸系統

### 【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種無線傳輸系統。

### 【先前技術】

【0002】 以實現製造製程或辦公室工作之自動化、遠距離操作、AI(Artificial Intelligence：人工智慧)之控制、管理、自動駕駛等為目的，無線基地台對室內外之導入正在發展。除工廠、車間、辦公室、商業設施等室內、或高速公路、鐵路等室外以外，如醫療現場或活動會場般無關室內外之場景下，亦導入有無線基地台。

【0003】 於第五代移動通信規格(以下，稱為「5G(Generation:代)」中，提供稱為「sub-6」之6 GHz以下之波段、與分類為毫米波段之28 GHz頻段。下一代之6G移動通信規格中，預計向亞太赫茲頻段擴展。藉由使用此種高頻之頻帶，通信頻寬大幅擴展，可以低延遲進行大量之資料通信。提案有沿製造線之至少一部分配置電磁反射裝置之構成(例如，參照專利文獻1)。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0004】 專利文獻1：國際公開公報第2021/199504號

### 【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

【0005】 將區域5G之電波應用於一般公路或高速公路之情形時，可

能因地形或環境、多個車體之影響而產生死區。沿公路可設置基地台之場所受限定亦成為死區之產生原因。僅單純增加基地台之數量，就成本增大之程度而言，不易消除死區。需要考慮將基地台之增設設為最小限度如何提高電波之利用效率。除改善公路內之電波傳播狀況外，亦有電波向公路外飛出之問題。若區域5G之電波到達公路外，則可能產生與其他商用電波之干涉。商業設施或公共設施之平台、拱廊、露台等靠近室外之環境之設施內，亦有死區之改善與抑制電波向外部飛出之要求。

**【0006】** 本發明之目的之一在於提供一種兼顧電波傳播環境之改善、與抑制電波向必要空間外飛出之無線傳輸系統。

[解決問題之技術手段]

**【0007】** 一實施形態中，無線傳輸系統包含：

基地台，其設置於室外或靠近室外之環境，以1 GHz以上300 GHz以下之指定之波段進行無線通信；及

電磁波反射裝置，其具有反射上述指定波段之電磁波之反射面板，沿上述基地台之通信區域內之指定區域設置；且

上述基地台之發送天線以將輸出電磁波入射至低於上述電磁波反射裝置之最上部高度之位置之方式，向上述指定區域形成發送射束；

上述反射面板位於距上述發送天線最短距離5.0 m以上300.0 m以下之範圍，將上述指定波段之上述電磁波反射至上述指定區域內；

上述指定區域外之接收電力低於上述指定區域內之接收電力之中央值。

[發明之效果]

**【0008】** 實現兼顧電波傳播環境之改善、與抑制電波向必要空間外

飛出之無線傳輸系統。

**【圖式簡單說明】**

**【0009】**

圖1係實施形態之無線傳輸系統之模式圖。

圖2A係連結複數個電磁波反射裝置之電磁波反射柵欄之模式圖。

圖2B係電磁波反射裝置與電磁波反射柵欄之變化例之模式圖。

圖2C係沿圖2A之A-A線之框架之水平剖面之構成例。

圖3A係顯示電磁波反射裝置與電磁波反射柵欄之另一配置例之圖。

圖3B係沿圖3A之B-B線之框架之水平剖面之構成例。

圖3C係圖3A之結合部C之俯視圖。

圖4係顯示電磁波反射柵欄之另一結合例之圖。

圖5係顯示反射面板之層構成之一例之圖。

圖6係顯示用於評估之導電層之模型之圖。

圖7係顯示解析空間之圖。

圖8係解析空間之ab面之模式圖。

圖9係解析空間之ac面之模式圖。

圖10係無線傳輸系統之模擬模型之俯視圖。

圖11係無線傳輸系統之模擬模型之立體圖。

圖12係顯示圖10及圖11之模型所使用之物體之材質與座標之圖。

圖13係顯示例7之接收電力分佈之圖。

圖14係顯示例8之接收電力分佈之圖。

圖15係顯示例9之接收電力分佈之圖。

圖16係顯示例10之接收電力分佈之圖。

圖17係顯示例11之接收電力分佈之圖。

圖18係顯示例12之接收電力分佈之圖。

### 【實施方式】

【0010】 實施形態中，提供室外或靠近室外之環境下使用之無線傳輸系統、與該無線傳輸系統所使用之電磁波反射面板。「靠近室外之環境」意指如平台、拱廊、露台等般連接室內與室外之空間、或位於透過電磁波之玻璃、塑膠等之附近之室內空間。構築於室外或靠近室外之環境下利用區域5G之電波之無線傳輸系統之情形時，需要兼顧提高電波傳播環境、與防止電波向外部飛出。此外，有欲改善電磁波反射面板之耐候性，經過長時間後亦維持反射效率之要求。

【0011】 若僅著眼於抑制電波向外部飛出，則認為如收費公路之ETC(Electronic Toll Collection：電子收費系統)之路標架般，以電磁波吸收體覆蓋內表面。但，以電波吸收體覆蓋公路或設施之壁面整體並不現實，且原本僅電磁波吸收體並不涉及減少死區及改善電波傳播環境。為了減少死區，改善電波傳播環境，電磁波反射裝置較為有效。考慮到於室外或靠近室外之環境下使用、與防止電波飛出，需要以最佳之位置關係對基地台天線配置電磁波反射裝置。另一方面，需要提高電磁波反射裝置所使用之反射面板之機械強度，改善耐候性。

【0012】 實施形態中，提供滿足該等要求之無線傳輸系統。以下，參照圖式，說明實施形態之無線傳輸系統、無線傳輸系統所使用之反射面板、及使用反射面板之電磁波反射裝置之構成。以下所示之形態為用以將本發明之技術思想具體化之一例，並非限定本發明者。有為了容易理解發明而誇大描繪各圖式所示之各構件之大小、位置關係等之情形。以下之說

明中，有對同一構成要件或功能標註同一名稱或符號，省略重複說明之情形。

**【0013】** <無線傳輸系統>

圖1係實施形態之無線傳輸系統1之模式圖。無線傳輸系統1包含：基地台33，其設置於室外或靠近室外之環境，以至少1 GHz以上170 GHz以下，較佳1 GHz以上300 GHz以下之指定波段所含之頻率進行無線通信；及電磁波反射裝置60。電磁波反射裝置60具有反射基地台33之頻率之電磁波之反射面板，設置於基地台33之通信區域內需要設置之指定區域。圖1中，作為室外環境之一例，考慮基地台33之通信區域內於一定方向延伸較長之區域即公路32之無線環境。圖1之座標系中，將公路32之長度方向設為X方向，將寬度方向設為Y方向，將與路面垂直之方向設為Z方向。多個車輛31於公路32上行駛。車輛31可為具備自動駕駛功能或半自動駕駛功能之車輛，亦可為無自動駕駛功能之車輛。任一情形時，不僅駕駛員或同乘者持有之行動終端，亦具有於車輛31本身搭載之無線通信功能，於車輛31與控制、管理系統間收發大量資料。

**【0014】** 為實現如車輛31般之移動體與網路間之無線通信，沿公路32配置基地台33。基地台33與車輛31間，以1 GHz以上170 GHz以下之波段中之指定頻率收發信號或資料。因公路32之地形、周圍環境或多個車輛31之存在，不易使缺乏直進性之高頻電波自基地台33直接到達各車輛31。因此，於公路32之至少一側，沿公路32之至少一部分配置電磁波反射裝置60。電波為電磁波之一種，一般而言，將3 THz以下之電磁波稱為電波。此處，將自基地台33發送之通信波稱為「電波」，對於一般電磁波，稱為「電磁波」。如後述，亦可連結複數個電磁波反射裝置60，作為

電磁波反射柵欄設置於公路32之路肩。

【0015】 電磁波反射裝置60之最上部之位置根據設置電磁波反射裝置60之環境設定，可位於基地台33之較發送天線更低之位置，亦可為根據周圍環境或狀況，與發送天線同等高度或較其高之位置。任一情形時，自基地台33之發送天線輸出之電磁波皆入射至電磁波反射裝置60之較反射面之最上端低之位置。入射電磁波入射至較反射面之最上端低之位置，意指使反射波於可以足夠強度到達期望之空間之態樣下入射至反射面，只要功率為峰值之1/2之3 dB射束寬度所含之範圍與反射面抵接即可。期望基地台33具有向公路內形成射束之指向性之天線。除基地台33之指向性天線外，沿公路32之至少一側配置電磁波反射裝置60，藉此使來自基地台33之電波效率良好地集中於公路32上，抑制向公路32外飛出之電波。藉由該構成，公路32外之接收電力低於公路32上之接收電力之平均值或中央值。以下，有包含發送天線與指向性天線在內，簡稱為「天線」之情形。

【0016】 有即使以基地台33控制射束形狀，其他車輛31亦阻礙LOS(Line of Sight：視線內)之情形。該情形時，可將來自基地台33之電波以電磁波反射裝置60反射，到達車輛31。根據公路32與基地台33之位置關係，亦可將連結基地台33之天線與電磁波反射裝置60之最短距離設為5.0 m以上300.0 m以下，將基地台33之天線之最大增益設為5 dBi以上30 dBi以下。若連結基地台33之天線與電磁波反射裝置60之最短距離未達5.0 m，則難以使來自基地台33之電波經由電磁波反射裝置60有效到達車輛31。若連結基地台33與電磁波反射裝置60之最短距離超出300.0 m，則由天線之最大增益與電波之直進性之觀點而言，依然難以使電波經由電磁

波反射裝置60到達車輛31。

【0017】 電磁波反射裝置60之反射面之尺寸只要為至少可覆蓋以第1菲涅耳區之半徑R而定之區域之大小即可。自基地台33之天線放射，以電磁波反射裝置60反射之電波以同相到達車輛31時之第1菲涅耳區之半徑R以下式規定。

$$\text{【0018】 } R = [\lambda d_1 d_2 / (d_1 + d_2)]^{1/2}$$

此處， $\lambda$ 為使用波長， $d_1$ 為自基地台33之天線至電磁波反射裝置60之距離， $d_2$ 為自電磁波反射裝置60至車輛31之天線之距離。

【0019】 若28 GHz頻段(波長約10.7 mm)中自基地台33之天線至電磁波反射裝置60之距離 $d_1$ 設為20.0 m，自電磁波反射裝置60至車輛31之距離 $d_2$ 設為10.0 m，則電磁波反射裝置60之反射面之尺寸只要一邊為數十釐米即足夠。另一方面，根據由少數電磁波反射裝置60形成覆蓋廣闊反射區域之電磁波反射柵欄之觀點，電磁波反射裝置60之反射面之寬度×長度亦可為2.0 m×4.0 m左右之大小。實施形態中，以電磁波反射裝置60之反射面之背側，即公路32之外側區域之接收電力低於公路32上之接收電力之平均值或中央值之方式，沿公路32配置電磁波反射裝置60。

【0020】 <電磁波反射裝置與電磁波反射柵欄>

圖2A係電磁波反射柵欄100A之模式圖。電磁波反射柵欄100A將具有反射面板10A-1、10A-2及10A-3(以下，有適當總稱為「反射面板10A」之情形)之電磁波反射裝置60A-1、60A-2及60A-3(以下，有適當總稱為「電磁波反射裝置60A」之情形)以框架50A連結。圖2A之座標系與圖1之座標系匹配，將反射面板10之寬度或橫向設為X方向，將厚度方向設為Y方向，將高度方向設為Z方向。圖2A中，連結3個電磁波反射裝置

60A，構成電磁波反射柵欄100A，但連結之電磁波反射裝置60A之數量根據設置之環境適當決定。

**【0021】** 電磁波反射裝置60A所使用之反射面板10A反射1 GHz以上170 GHz以下，較佳為1 GHz以上100 GHz以下，更佳為1 GHz以上80 GHz以下之電磁波。反射面板10A具有包含導電膜之層作為反射膜。導電膜具有根據目的之反射角度、頻帶等設計之指定之導電圖案。導電圖案亦可包含週期性圖案、網格圖案、幾何學圖案等圖案，以透明導電膜形成。反射面板10A於最外層具有具備防紫外線功能之保護層。

**【0022】** 反射面板10A之至少一部分亦可為電磁波之入射角與反射角不同之非鏡面反射面。非鏡面反射面除擴散面或散射面外，包含以朝期望之方向反射電波之方式設計之人工反射面即超穎表面。反射面板10A-1、10A-2、10A-3由保持反射電位之連續性之觀點而言，有期望互相電性連接之情形，但包含超穎表面之情形時，亦可於相鄰之反射面板10A間無電性連接。藉由以框架50A保持相鄰之反射面板10A彼此，獲得於X方向上連結之電磁波反射柵欄100A。

**【0023】** 電磁波反射裝置60A除反射面板10A與框架50A外，亦可具有支持框架50A之腳部56。亦可藉由腳部56，使電磁波反射裝置60A或電磁波反射柵欄100A於路面自立。亦可設為可將腳部56以螺絲、螺釘等固定於路面之構成。相反，亦可使電磁波反射裝置60A或電磁波反射柵欄100A於路面自立，進而具有如腳輪般之零件等，且可動。除框架50A外，亦可使用保持反射面板10之上端之頂部框架57、與保持下端之底部框架58。該情形時，以框架50A、頂部框架57、底部框架58，構成保持反射面板10A全周之框架。框架50A根據相對於頂部框架57與底部框架58之

位置關係，亦可稱為「側框架」。藉由設置頂部框架57與底部框架58，確保反射面板10之搬送、組裝時之機械強度與安全性。頂部框架57亦可構成為，可於反射面板10A之上端連結其他反射面板、或電磁波吸收面板等其他構件。藉此，電磁波反射柵欄100A之尺寸與功能之自由度提高。

【0024】圖2B係作為變化例之電磁波反射柵欄100B之模式圖。電磁波反射柵欄100B將具有反射面板10B-1、10B-2及10B-3(以下，有適當總稱為「反射面板10B」之情形)之電磁波反射裝置60B-1、60B-2及60B-3(以下，有適當總稱為「電磁波反射裝置60A」之情形)以框架50B連結。反射面板10B至少一部分包含曲面。該例中，反射面板10B於Z方向之上端側彎曲。為了保持並連結包含曲面之反射面板10B，框架50B具有對應於反射面板10B之曲率之彎曲。反射面板10B之曲率半徑根據應用電磁波反射裝置60B之公路32之寬度、周圍之狀況、反射面板10B之厚度、電磁波反射裝置60B之高度等決定。

【0025】例如，反射面板10B之厚度為5.0 mm以上、17.0 mm以下，於公路32之上方幾乎無障礙物之情形時，將反射面板10B之曲率半徑設定為1500 mm以上2500 mm以下，較佳為2000 mm以上2500 mm以下。反射面板10B與反射面板10A同樣，亦可於最外層具有包含防紫外線劑之層。亦可取代於反射面板10B具有彎曲面之構成，使用以頂部框架57將如其他平坦之反射面板10或電磁波吸收面板般之其他構件以指定之傾斜角連結之構成。

【0026】圖2C顯示框架50之構成例。該構成例對應於與沿圖2A之A-A線之框架50A之XY面平行之剖面構成。圖2B之框架50B除上部沿反射面板10B之彎曲而彎曲外，具有與框架50A相同之剖面構成，故以下之說

明中總稱為「框架50」。框架50具有導電性之本體500、形成於本體500之寬度方向之兩側之縫隙51-1及51-2。反射面板10-1與10-2之邊緣分別插入至縫隙51-1與51-2，於空間52內保持。雖空間52並非必須，但藉由設置空間52，可使框架50之本體500輕量化，且使反射面板10之保持角度具有餘裕。

【0027】藉由反射面板10-1與10-2之各者插入至縫隙51-1與51-2，可穩定地保持相鄰之反射面板10-1與10-2。如圖2B般，反射面板10B之一部分彎曲之情形時，彎曲之反射面板10B之邊緣亦插入至彎曲框架之縫隙51內並保持。本體500之一部分亦可以非導電性材料形成。亦可於本體500之外表面設置樹脂等非導電性蓋501，設置蓋501之情形時，蓋501亦可以耐候性佳之樹脂材料形成。

【0028】圖3A顯示電磁波反射裝置60C-1、60C-2、60C-3(以下，適當總稱為「電磁波反射裝置60C」)與電磁波反射柵欄100C之配置例。電磁波反射裝置60C根據設置場所之地理條件或死區之存在狀況，可於適當之朝向或方向上配置。圖3A中，結合部C中，電磁波反射裝置60C-2與60C-3於XY面內之不同朝向上結合。各電磁波反射裝置60C之反射面板10A由框架550保持並結合。各反射面板10A之上端與下端亦可分別以頂部框架57與底部框架58保持。各電磁波反射裝置60C之反射面板10A之最上部之高度根據配置電磁波反射裝置60C之環境、或提供通信區域之基地台之發送天線之位置設定，入射自發送天線輸出之射束時，入射射束之主瓣朝下方(-Z方向)反射。

【0029】圖3B係沿圖3A之B-B線之框架550之水平剖面之構成例。該水平剖面顯示與XY面平行之面內之框架構成。框架550具有以鋁等導體

形成之本體505、與形成於本體505之縫隙551a、551b、551c及551d(以下，適當總稱為「縫隙551」)。於框架550之對向之縫隙551a與551b，分別插入並保持反射面板10A-1與10A-2。框架550為了輕量化，本體505之一部分成為中空，但若可至少保持2片反射面板10A，則不限定於圖3B之形狀。具有圖3B之水平剖面形狀之框架550例如可以射出成形等形成。

【0030】 框架550之水平剖面之外形為大致正方形，加工成相對於本體505之中心大致對稱之形狀。可將框架550使用於任何朝向。相當於框架550之水平剖面之一邊之長度之寬度 $w_1$ 例如為40 mm至60 mm。縫隙551a至551d之寬度 $w_2$ 根據所使用之反射面板10A之厚度決定。本體505之中心部之厚度 $w_3$ 根據框架550所需之強度，設定為15 mm至35 mm之範圍內。亦可用樹脂等絕緣性之蓋覆蓋框架550之外表面。

【0031】 圖3C係圖3A之結合部C之俯視圖。於框架550之相鄰之縫隙551a與551c，保持並結合反射面板10A-2與10A-3。藉由選擇適當之縫隙551，可將反射面板10A於二個方向上結合。如圖3A所示，可將反射面板10A-1與10A-2於+X方向上結合，將反射面板10A-2與10A-3於-Y方向上結合。亦可進而將另一反射面板10A於-X方向對反射面板10A-3結合。藉此，可包圍指定之空間，有效抑制電波飛出。

【0032】 圖4顯示電磁波反射柵欄300之結合例。電磁波反射柵欄300具有平行或非平行設置之2組電磁波反射柵欄100-1及100-2、及覆蓋電磁波反射柵欄100-1與100-2之上端之頂部面板110。頂部面板110之平面形狀根據電磁波反射柵欄100-1及100-2之配置方向決定。頂部面板110與使用於電磁波反射柵欄100-1及100-2之反射面板10A同樣，具有反射來自基地台之電波(例如，1 GHz以上170 GHz以下範圍之指定頻帶)之反射

面。反射面可為鏡面反射面，亦可於其至少一部分包含非鏡面反射面。亦可於頂部面板110之最外層，尤其朝向外側之面，設置具有防紫外線功能之保護層。

【0033】圖4之例中，使用覆蓋間隔指定之距離對向之電磁波反射柵欄100-1與100-2間之區域且平坦之矩形之頂部面板110。作為保持反射面板10A之上端之頂部框架，亦可使用圖3B及圖3C所示之框架550。亦可以框架550之縫隙551a保持反射面板10A之上端，以相鄰之縫隙551d保持頂部面板110之邊緣。藉由使用頂部面板110，可有效抑制因空間內之構造物等而散射之電波之飛出。頂部面板110不限定於平坦之面板，亦可具有弓型彎曲面。

#### 【0034】 <反射面板之構成>

圖5顯示反射面板10之層構成之例。圖5之層構成為反射面板10之厚度(Y)方向之構成。反射面板10包含：導電層11；介電質層14或15，其經由接著層12或13與導電層11之至少一面接合；及保護層16或17，其設置於介電質層14或15之表面。圖5之例中，導電層11介隔接著層12及13夾於介電質層14與15之間，於介電質層14及15之兩者之表面設有保護層16與17。保護層16與17具有防紫外線功能。如圖2B般，使用包含彎曲面之反射面板10B之情形時，亦可僅於反射面板10B之彎曲面外側之表面設置保護層。

【0035】電磁波反射裝置60於室外或靠近室外環境之室內設施中使用之情形時，期望反射面板10具有耐候性。實施形態之反射面板10具有可耐室外環境之機械強度與耐候性。將一般之電磁波反射板放置於室外環境時，電磁波反射板之表面基板因太陽光所含之可見光線或紫外線之影

響、或溫度變化之影響，有發生變形、變色、劣化等變質之傾向。使連結有電磁波反射裝置60之電磁波反射柵欄100作為室外之安全柵欄或隔音壁發揮功能之情形時，若因反射面板10之變色之影響降低透過性，則可見性降低。反射面板10之表面基板為樹脂基板之情形時，因溫度變化等之影響，產生原來的尺寸之1/100左右之變化時，反射方向或反射效果可能變化。又，有因紫外線之照射，樹脂材料或介電材料之比介電常數變化，脫離設計之反射方向、反射效率之虞。實施形態之反射面板10抑制或減少該等問題點。

**【0036】** 導電層11為形成反射面板10之反射面之面，亦可以金屬之網格、週期性圖案、幾何學圖案、透明導電膜等形成。作為一例，導電層11包含以Cu、Ni、SUS、Ag等良導體形成之金屬網格。反射面板10之一部分包含超穎表面之情形時，導電層11亦可包含具有複數個金屬元素之週期性排列之圖案。導電層11具有10  $\mu\text{m}$ 以上200  $\mu\text{m}$ 以下，較佳為50  $\mu\text{m}$ 以上150  $\mu\text{m}$ 以下之厚度，以作為將目的之頻率之電磁波朝設計之方向反射之反射面充分發揮功能。

**【0037】** 接著層12與13相對於使用頻率之透過率為60%以上，較佳為70%以上，更佳為80%以上，以將入射之電磁波引導至導電層11。接著層12與13亦可以醋酸乙烯樹脂、丙烯酸樹脂、纖維素樹脂、苯胺樹脂、乙烯樹脂、矽樹脂、其他樹脂材料形成。接著層12與13具有可耐室外使用之耐久性與耐濕性之情形時，亦可使用乙烯-醋酸乙烯(EVA：ethylene-vinyl acetate)共聚物或環烯聚合物(COP)。接著層12、13之厚度為可將介電質層14、15確實接著保持於導電層11之厚度，例如為10  $\mu\text{m}$ 以上400  $\mu\text{m}$ 以下。接著層12與13具有適於實現導電層11之目標之反射特性之比介

電常數與介電損失因子。

【0038】 介電質層14與15為聚碳酸酯、環烯聚合物(COP)、聚對苯二甲酸乙二醇酯(PET)、氟樹脂等絕緣性聚合物薄膜。為了保持反射面板10之強度，且盡可能減輕反射面板10之總量，介電質層14及15之厚度於厚於1.0 mm、8.0 mm以下之範圍內選擇。該厚度範圍之根據於下文敘述。若將導電層11之厚度設為100.0  $\mu\text{m}$ ，則介電質層14及15之厚度相對於導電層11之厚度之比為大於10，且在80以下。介電質層14與15具有可耐室外使用之機械強度，且具有適於實現目標之反射特性之比介電常數與介電損耗因子。

【0039】 保護層16與17例如為包含紫外線吸收劑之樹脂層。防紫外線劑有紫外線吸收劑與紫外線散射劑，若使用紫外線散射劑，則有以反射面板10散射之紫外線影響到其他電磁波反射裝置60之情形。因此，藉由紫外線吸收劑防止紫外線。作為紫外線吸收劑，亦可使用苯并三唑系、二苯甲酮系、三嗪系、羥苯基三嗪系等紫外線吸收劑。亦可將該等紫外線吸收劑與樹脂混合，於介電質層14及15之表面塗層，形成保護層16及17作為塗佈膜。

【0040】 保護層16與17之厚度為充分吸收紫外線，且透過可見光，不阻礙反射面板10之透明性之厚度，例如為5  $\mu\text{m}$ 以上15  $\mu\text{m}$ 以下，較佳為10  $\mu\text{m}$ ±數微米。由確保反射面板之強度且維持透明性之觀點而言，介電質層14及15相對於保護層16及17之厚度之比為66以上1600以下。將導電層11之厚度設為100.0  $\mu\text{m}$ 時，保護層16及17之厚度相對於導電層11之厚度之比為0.05以上0.15以下。由維持反射面板10之強度、反射特性及透明性之觀點而言，反射面板10整體相對於保護層16或17之厚度之比較佳為

350以上1000以下。

【0041】 此種構成之反射面板10整體之厚度為5.0 mm以上17.0 mm以下。反射面板10整體相對於導電層11之厚度為100  $\mu\text{m}$ 時之導電層11之厚度之比為50以上170以下。由擔保機械強度之觀點而言，由於介電材料相對於導電層11之厚度之比例變大，故反射面板10包含超穎表面之情形時，期望適當設計合併接著層12、介電質層14及保護層16之介電質部分整體之比介電常數與介電損耗因子。

【0042】 <反射面板與無線傳輸系統之評估>

評估上述反射面板10長時間使用後之電力反射效率與透明性之變化。又，評估使用具有反射面板10之電磁波反射裝置60之無線傳輸系統1之接收電力分佈。

【0043】 圖6係反射效率之評估所使用之導電層11之模型20之模式圖。評估用模型20之座標空間為與圖1之無線傳輸系統之座標空間不同之空間，將形成導電層11之面內設為ab面，將與ab面垂直之軸設為c軸。導電層11包含以複數個金屬元件151形成之單位圖案210之重複。單位圖案210亦稱為「超級單元」，於b方向具有長軸之複數個金屬元件151於a方向上以指定之間距排列。

【0044】 圖7係電磁波模擬之解析空間101，圖8係解析空間101之ab面之模式圖，圖9係解析空間101之ac面之模式圖。解析空間101之a軸xb軸xc軸所示之尺寸為111.8 mm $\times$ 32.1 mm $\times$ 3.7 mm。於該解析空間101內配置導電層11q之模型20。模型20具有於a方向上重複配置8個單位圖案210，於b方向上重複配置6個單位圖案210之8 $\times$ 6個單位圖案。邊界條件設計成於解析空間101周圍配置有電磁波吸收體102。單位圖案210以將指定

頻率之垂直入射電磁波以 $50^\circ$ 角度反射之方式設計。

【0045】 評估方法於圖7、圖8及圖9所示之解析空間101，使用 $8 \times 6$ 個單位圖案210之模型20。將指定頻率之平面波以入射角 $0^\circ$ 入射至模型20，以通用之三維電磁場模擬軟體，解析反射波之散射剖面積。散射剖面積，即雷達反射剖面積(RCS：Rader Cross Section)作為顯示反射入射電磁波之能力或反射特性之指標使用。自反射波之角度與增益(dB)值計算電力反射效率。以下之記載中，記作「反射效率」時，只要無特別限制，則意指電力反射效率。

【0046】 以與入射角不同之反射角反射之超穎表面之情形時，需要修正算出之反射效率。理想之導電板完全鏡面反射，相對於垂直入射，朝相同方向反射電磁波，相對於此，以單位圖案210形成之超穎表面朝與入射角不同之方向反射電磁波。超穎表面之反射效率設為自增益值求得之電力反射效率除以修正值的值。

【0047】 若將由圖6或圖7之模擬用模型20而定之無損耗之超穎表面之反射電場設為 $E_{MR}$ ，將理想之導電板下之反射電場設為 $E_{PEC}$ ，則將修正值 $\varepsilon_p$ 設為 $|E_{MR}/E_{PEC}|^2$ 。 $|E_{MR}/E_{PEC}|$ 以

【0048】 [數1]

$$\frac{|E_{MR}|}{|E_{PEC}|} = \frac{\sqrt{|\cos \theta|}}{|\cos \varphi|}$$

或者

【0049】 [數2]

$$\frac{|E_{MR}|}{|E_{PEC}|} = \frac{\sqrt{|\cos \theta_i \cdot \cos \theta_r|}}{|\cos \varphi|}$$

表示。此處， $\theta$ 為向超穎表面之入射角， $\phi$ 為相應之正規反射時之反射角。若將超穎表面之反射角設為 $\theta=50^\circ$ ，或 $\theta_r=50^\circ$ ，將入射角設為 $\theta_i=0^\circ$ ，正規反射之反射角 $\phi=25^\circ$ ，則修正值 $\epsilon_p$ 為0.7826。

#### 【0050】 <耐候性之評估>

下述之例1與例2中，評估反射面板10之耐候性。例1為實施例，例2為比較例。耐候性之評估項目設為將反射面板10於指定之環境下放置一定時間後之反射效率、濁度值、及YI值之變化。濁度值為擴散光相對於全透過光之比例(%)，係表示混濁度或透明度之指標。濁度值愈高，混濁度愈高。YI值表示泛黃度，以正值表示自透明向黃色方向之變化。藉由分光測色，求得3個刺激值(X、Y、Z)，由數式

$$Y I = 100 \times (1.2985 X - 1.1335 Z) / Y$$

求得YI值。

#### 【0051】 [例1]

例1表示實施例之構成之模擬結果。圖5所示之層構造中，於導電層11之至少一側配置介電質層14，以保護層16覆蓋介電質層14之最表面。保護層16中包含紫外線吸收劑。藉由上述模擬，評估保護層16之效果。根據模擬之目的，作為支持導電層11之支持層，設定厚度0.7 mm之聚碳酸酯薄膜。於聚碳酸酯薄膜之與導電層11為相反側之面，設定厚度0.36 mm之Ag系多層膜之接地層。於與聚碳酸酯薄膜之接地層為相反側之支持面，以厚度0.01 mm之接著材配置導電層11。接著材僅應用於擔持構成導電層11之單位圖案210之金屬元件151之部分。導電層11之材料設為厚度0.03 mm之銅箔。

【0052】 覆蓋導電層11，設置厚度400  $\mu\text{m}$ 之接著層12，藉由接著層

12將厚度2.0 mm之聚碳酸酯片作為介電質層14接合。於聚碳酸酯片之表面，配置厚度8  $\mu\text{m}$ 之保護層16。保護層16設為混合有紫外線吸收劑之樹脂塗層。導電層11所含之單位圖案210之金屬元件151之a軸方向之寬度一律為1.6 mm。金屬元素151之b軸方向之長度分別設為2.5663 mm、2.9113 mm、4.0717 mm、1.2521 mm、1.8975 mm、2.5357 mm。此時之金屬元件151相對於介電質層14之面積佔有率為32.6%，相對於可見光之透過率為43.1%。

【0053】 以入射角 $0^\circ$ 入射之28.0 GHz之電磁波以反射角 $50^\circ$ 反射時之RCS曲線之 $50^\circ$ 之增益值為-1.1087 dB，以 $\epsilon_p=0.7826$ 修正後之反射效率為85.1%。

【0054】 於將該反射面板於 $60^\circ\text{C}$ 、濕度95%之環境下放置500小時後之狀態下再次計算。以入射角 $0^\circ$ 入射之28.0 GHz之電磁波以反射角 $50^\circ$ 反射時之RCS曲線之 $50^\circ$ 之增益值為-1.4735 dB，以 $\epsilon_p=0.7826$ 修正後之反射效率為78.2%。又，相同反射面板之構成中，以日光式耐候試驗機暴曬5000小時之試驗中，濁度值之變化量為3.0%，YI值之變化量 $\Delta YI$ 為2.0%。

【0055】 例1中，藉由於覆蓋導電層11之介電質層14之表面，設置包含紫外線吸收劑之保護層16，於高溫、高濕之環境下放置500小時後之反射效率之降低抑制為7%左右。又，可知濁度值之增加微小，為3.0%， $\Delta YI$ 之變化量為2.0%，維持反射面板10之透明性。

#### 【0056】 [例2]

例2顯示比較例之模擬結果。除未於介電質層14之表面設置保護層外，設為與例1相同之條件。除保護層外之反射面板之層構造、單位圖案

210之金屬元件151之寬度與長度、金屬元件151相對於介電質層之面積佔有率與透過率全部與例1相同。

【0057】 以入射角 $0^{\circ}$ 入射之28.0 GHz之電磁波以反射角 $50^{\circ}$ 反射時之RCS曲線之 $50^{\circ}$ 之增益值為-1.1087 dB，以 $\epsilon_p=0.7826$ 修正後之反射效率為85.1%。獲得與例1相同之反射效率。

【0058】 於將例2之反射面板於 $60^{\circ}\text{C}$ ，濕度95%之環境下放置500小時後之狀態下再次計算。以入射角 $0^{\circ}$ 入射之28.0 GHz之電磁波以反射角 $50^{\circ}$ 反射時之RCS曲線之 $50^{\circ}$ 之增益值為-2.9630 dB，以 $\epsilon_p=0.7826$ 修正後之反射效率為55.5%。又，相同反射面板之構成中，以日光式耐候試驗機暴曬3000小時之試驗中，濁度值之變化量為10.0%，表示泛黃度之YI值之變化量 $\Delta YI$ 為18.0%。

【0059】 未於介電質層14之表面設置保護層之構成中，於高溫、高濕之環境下放置相同時間之情形時，反射效率降低至55.0%，低於可作為電磁波反射板發揮功能之基準之一即60.0%之反射效率。可知濁度值增加10.0%， $\Delta YI$ 為較大之18.0%，反射面板之泛黃顯著，且透明性劣化。

#### 【0060】 <機械強度之評估>

例3至例6顯示反射面板10之機械強度之評估結果。反射面板10之機械強度依照遵循NEXCO(Nippon Expressway Company Limited：日本高速公路股份有限公司)試驗法901及902之強度試驗與耐衝擊性能試驗而評估。例3與例4顯示實施例之構成之評估結果，例5與例6顯示比較例之評估結果。

#### 【0061】 [例3]

例3顯示實施例之機械強度之評估結果。圖5之層構成中，於導電層

11之兩面，設定縱1.0 m，橫2.0 m，厚度8.0 mm之2片平坦之聚碳酸酯片之介電質層14及15。導電層11設為厚度100.0  $\mu\text{m}$ 之不鏽鋼製網格。於聚碳酸酯片之介電質層14及15與導電層11之間，設定厚度400  $\mu\text{m}$ 之乙烯醋酸乙烯之接著層12及13。於介電質層14及15之表面，設定包含紫外線吸收劑之厚度7.0  $\mu\text{m}$ 之保護層16及17。介電質層14或15與保護層16或17之厚度之比為8.0 mm:7.0  $\mu\text{m}$ =1143:1。介電質層14或15與導電層11之厚度之比為8.0 mm:100.0  $\mu\text{m}$ =80:1。

**【0062】** 耐衝擊性試驗對例3之反射面板以300 kg之鐵球加擊體賦予衝擊，測定防飛散率。防飛散率以

$$\text{防飛散率(\%)} = (\text{構件重量} - \text{碎片總重量}) / \text{構件重量} \times 100$$

表示。飛散之碎片之總重量愈少，防飛散率愈高。例3之反射面板之防飛散率為較高之99%，透光部(即，介電質層與保護層)之少量之1%作為碎片飛散。又，透光部之碎片之最大重量為較輕量之1.5 g以下。強度試驗藉由測定反射面板之中心之撓曲量，確認撓曲量相對於反射面板之短邊(1.0 m)之比例為1/15以下而評估。例3之反射面板之中心之撓曲量為短邊之長度之1/15以下，耐衝擊性、強度皆良好。

**【0063】 [例4]**

例4顯示實施例之機械強度之評估結果。例4之反射面板之層構成除將形成介電質層14及15之聚碳酸酯片之厚度變為5.0 mm以外，與例3之反射面板之層構成相同。導電層11為厚度100.0  $\mu\text{m}$ 之不鏽鋼製之網格，接著層12及13為厚度400  $\mu\text{m}$ 之乙烯醋酸乙烯，保護層16及17為包含紫外線吸收劑之厚度7.0  $\mu\text{m}$ 之樹脂層。介電質層14或15與保護層16或17之厚度之比為5.0 mm:7.0  $\mu\text{m}$ =714:1。介電質層14或15與導電層11之厚度之比為

5.0 mm:100.0  $\mu\text{m}$ =50:1。

【0064】 強度試驗與耐衝擊性能試驗之結果，使用厚度5.0 mm之聚碳酸酯片之介電質層與厚度7.0  $\mu\text{m}$ 之保護層之例4之反射面板之防飛散率與例3相同，為較高之99%。透光部之碎片之最大重量為1.5 g以下。確認反射面板中心之撓曲量為反射面板之短邊(1.0 m)之1/15以下。例4之反射面板之耐衝擊性、強度皆良好。

【0065】 [例5]

例5顯示比較例之反射面板之機械強度之評估結果。例5之反射面板之層構成除將形成介電質層14及15之聚碳酸酯片之厚度變為1.0 mm、及將介電質層14及15表面之保護層16及17之厚度變為0.5  $\mu\text{m}$ 以外，與例3及例4之反射面板之層構成相同。介電質層14或15與保護層16或17之厚度之比為1.0 mm:0.5  $\mu\text{m}$ =2000:1。介電質層14或15與導電層11之厚度之比為1.0 mm:100.0  $\mu\text{m}$ =10:1。

【0066】 強度試驗與耐衝擊性能試驗之結果，使用厚度1.0 mm之聚碳酸酯片之介電質層與厚度0.5  $\mu\text{m}$ 之保護層之例5之反射面板之防飛散率未達99%。其表示透光部之碎片之飛散重量較多。透光部之碎片之最大重量超出1.5 g。確認強度試驗之反射面板中心之撓曲量大於反射面板之短邊(1.0 m)之1/15，反射面板之形變較大。例5之反射面板之耐衝擊性、強度不足。

【0067】 [例6]

例6顯示另一比較例之反射面板之機械強度之評估結果。例6之反射面板之層構成除將形成介電質層14及15之聚碳酸酯片之厚度變為1.0 mm、及將成為導電層11之不鏽鋼製網格之厚度變為5.0  $\mu\text{m}$ 以外，與例3

及例4之反射面板之層構成相同。介電質層14或15與保護層16或17之厚度之比為 $1.0\text{ mm}:7.0\text{ }\mu\text{m}=143:1$ 。介電質層14或15與導電層11之厚度之比為 $1.0\text{ mm}:5.0\text{ }\mu\text{m}=200:1$ 。

**【0068】** 強度試驗與耐衝擊性能試驗之結果，使用厚度 $1.0\text{ mm}$ 之聚碳酸酯片與厚度 $7.0\text{ }\mu\text{m}$ 之保護層之例6之反射面板之防飛散率未達99%。雖然保護層之厚度與例3及例4相同，但防飛散率未達99.9%，可推想其原因在於聚碳酸酯片之介電質層14及15變薄，機械強度降低之故。又，透光部之碎片之最大重量超出 $1.5\text{ g}$ 。聚碳酸酯片雖然變薄但透光部之碎片之最大重量超出 $1.5\text{ g}$ ，表示飛散之碎片較大。經確認，強度試驗下之反射面板中心之撓曲量大於反射面板之短邊( $1.0\text{ m}$ )之 $1/15$ ，反射面板之形變較大。例6之反射面板之耐衝擊性、強度不足。

**【0069】** 由例1至例6之評估結果可知，藉由於介電質層14或15之表面設置包含紫外線吸收劑之保護層16或17，於室外長時間使用後依然抑制反射面板泛黃與透明性降低。又，藉由將介電質層與保護層之厚度最佳化，反射面板之機械強度提高。具體而言，將介電質層14或15之厚度設定為 $1.0\text{ mm}$ 以上 $8.0\text{ mm}$ 以下，將保護層16或17之厚度設定為 $5.0\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $15.0\text{ }\mu\text{m}$ 以下，而維持反射面板之強度與透明性，抑制室外環境引起之反射特性降低。介電質層14或15之厚度相對於保護層16或17之厚度之比期望為 $50:1$ 至 $200:1$ 之範圍。期望介電質層14或15相對於導電層11之厚度之比大於5，且在100以下。

**【0070】** <無線傳輸系統之接收電力分佈>

接著，評估無線傳輸系統1之接收電力分佈。圖10係無線傳輸系統之模擬模型200之俯視圖，圖11係無線傳輸系統之模擬模型200之立體圖。

模型200為存在著車輛31a及31b、板38及支持板38之柱39等之公路32。公路32之寬度為14.0 m，長度為200.0 m。於公路32之一側配置有發送台Tx1，於另一側交錯配置有發送台Tx2。於公路32之兩側配置有圖2A之類型之電磁波反射裝置60。亦可沿電磁波反射裝置60、或與電磁波反射裝置60一體設置透光型隔音壁。使用該模型200計算公路32內之接收電力分佈。

【0071】圖12顯示圖10及圖11之模型200所使用之物體之材質與座標。模型200中，設定2種車輛31。車輛31a之車體以金屬形成，車體之長度為4.1 m，寬度為1.7 m，高度為1.5 m。車輛31b之車體以金屬形成，車體之長度為4.8 m，寬度為1.7 m，高度為1.5 m。公路32為混凝土之車道，如上所述，寬度為14.0 m，長度為200.0 m。板38為ITU(International Telecommunication Union：國際電信聯盟)之5 GHz無線LAN(local area network：局部區域網路)用底板，寬度為8.0 m，厚度為0.075 m，高度為5.0 m。柱39為金屬製，徑為0.2 m，高度為5.0 m，Y方向之長度為14.0 m。

【0072】電磁波反射裝置60遍及200.0 m長度之公路32配置。具體而言，將於X方向上連結有100片寬度2.0 m×高度1.0 m之反射面板者於高度(Z)方向上設為4段，連結合計400片，作為高度4.0 m之柵欄。於反射面板10之導電層11設定金屬(不鏽鋼)。

【0073】發送台Tx1與Tx2之發送天線之高度設置為3.0 m。發送天線之射束寬度皆為 $28^\circ$ 。接收機Rx之天線為無指向性天線，其高度為1.0 m，最大增益為0 dBi。接收機Rx於與XY平行之公路32上之高度1.0 m之面內之所有位置測定接收功率。

【0074】 以上述條件，於例7至例11中計算接收電力分佈。例7、9、11、12為使用實施形態之反射面板之構成，例8與例10作為比較例，為僅使用通常之透光型隔音壁之構成。

【0075】 [例7]

圖13顯示例7之構成之接收電力分佈。例7中，於圖10及圖11所示之公路32之兩側，設置將單側400片寬度×高度為2.0 m×1.0 m之反射面板10連結之高度4.0 m之電磁波反射柵欄。發送台Tx1與Tx2之發送天線於公路32之兩側設置為3.0 m高度。發送台Tx1與Tx2之發送頻率為4.7 GHz，發送天線之最大增益為20 dBi。於寬度14 m×長度200 m之公路32上，以無指向性之接收天線測定與XY面平行之高度1.0 m之面內之接受電力分佈。面內之RSRP(Reference Signal Received Power：參考信號接收功率)之總和為-287.326 dBm，中央值為-89 dBm。另一方面，公路外之電波強度低於-100 dBm。若於電磁波反射裝置60之背側之區域，測定上行線路之處理量，則為發送速率之50%以下。其意指於電磁波反射裝置60之外側，來自發送台Tx之通信電波之強度較小，電波向公路32外部之洩漏較少。可知自發送台Tx1及Tx2放射之電波藉由電磁波反射裝置60之反射面板10，有效地朝向公路32上。例7之評估結果，適合未達6 GHz之波段，公路32內之接收電力之中央值為-90 dBm以上，公路外之接收電力低於公路內，未達-100 dBm。

【0076】 [例8]

圖14顯示例8之構成之接收電力分佈。例8為比較例之構成，取代電磁波反射裝置60，於公路32之兩側設定高度4.0 m之聚碳酸酯製之透光型隔音壁。透光型隔音壁之長度於單側為200 m，於兩側為400 m。其他構

成條件與例7相同。發送台Tx1與Tx2於公路32之兩側自高度3.0 m發送4.7 GHz之參照信號。發送天線之最大增益與例7相同，為20 dBi。於與XY面平行之高度1.0 m之面內，RSRP之總和為-372.833 dBm，中央值為-107 dBm。公路外之電波之最大接收電力為-80 dBm高。若於電磁波反射裝置60之背側之區域，測定上行線路之處理量，則最大達成80%之發送速率。其意指自發送台Tx1及Tx2放射之電波以高電力洩漏至透光型隔音壁之外部。

#### 【0077】 [例9]

圖15顯示例9之構成之接收電力分佈。例9除將發送台Tx1及Tx2之發送頻率變為28.3 GHz以外，與例7之條件相同。於公路32之兩側，設置將單側400片寬度×高度為2.0 m×1.0 m之反射面板10連結800片且高度為4.0 m之電磁波反射柵欄。發送台Tx1與Tx2於公路32之兩側設置為3.0 m高度，自最大增益20 dBi之發送天線發送28.3 GHz之參照信號。於與XY面平行之高度1.0 m之面內之RSRP之總和為-399.424 dBm，中央值為-125 dBm。公路外之接收電力較-125 dBm低。若於電磁波反射裝置60之背側之區域，測定上行線路之處理量，則為發送速率之50%以下。可知電磁波反射裝置60對於28 GHz頻段之電波，亦可改善公路32上之電波傳播環境，且抑制電波向公路32外洩漏。例9之結果，適合28 GHz～80GHz之毫米波段之通信，公路32內之接收電力之中央值為-125 dBm以上，公路32外部之接收電力未達-125 dBm。

#### 【0078】 [例10]

圖16顯示例10之構成之接收電力分佈。例10為比較例之構成，取代電磁波反射裝置60，於公路32之兩側，將寬度×高度為2.0 m×1.0 m之聚碳

酸酯面板連結4.0 m高度量，設定聚碳酸酯製之透光型隔音壁。除將發送台Tx1及Tx2之發送頻率變為28.3 GHz以外，與例8之條件相同。高度為4.0 m之透光型隔音壁於單側為200 mm，於兩側為400 m。發送台Tx1與Tx2於公路32之兩側，自高度3.0 m發送28.3 GHz之參照信號。發送天線之最大增益與例7至例9相同，為20 dBi。與XY面平行之高度為1.0 m之面內，RSRP之總和為-496.329 dBm，中央值為-145 dBm。公路外之電波電力最大，為-100 dBm高。若於電磁波反射裝置60之背側之區域，測定上行線路之處理量，則最大達成80%之發送速率。可知自發送台Tx1及Tx2放射之28 GHz頻段之電波無法效率良好地覆蓋公路32上之通信區域，相反，洩漏至透光型隔音壁之外側。

#### 【0079】 [例11]

圖17顯示例11之構成之接收電力分佈。例11中，將電磁波吸收體35與實施形態之反射面板10組合。於公路32之兩側，將單側400片，兩側合計800片寬度×高度為2.0 m×1.0 m之反射面板10連結。於反射面板10之上，作為電磁波吸收體35，遍及單側200 m，兩側400 m設置以高分子纖維形成之高度2.0 m之電磁波吸收面板，將合計之高度設為6.0 m。發送台Tx1與Tx2於公路32之兩側設置為3.0 m高度，自最大增益20 dBi之發送天線發送4.7 GHz之參照信號。與XY面平行之高度1.0 m之面內之RSRP之總和為-359.761 dBm，中央值為-110 dBm。公路外之電波強度低於-110 dBm。若於電磁波反射裝置60之背側之區域，測定上行線路之處理量，則為發送速率之50%以下。若於電磁波反射裝置60之上端連結電磁波吸收體35，則公路32上之接收電力強度較例7稍微下降，但可有效防止電波向公路32外飛出。例11之計算結果適合未達6 GHz之波段。

**【0080】 [例12]**

圖18顯示例12之構成之接收電力分佈。例12除將發送台Tx1與Tx2之最大增益變為10 dBi以外，與例11之條件相同。將單側400片，兩側合計800片寬度×高度為2.0 m×1.0 m之反射面板10連結，於反射面板10之上，遍及單側200 m，兩側400 m設置以高分子纖維形成之高度2.0 m之電磁波吸收面板。發送台Tx1與Tx2於公路32之兩側設置為3.0 m高度，自最大增益10 dBi之發送天線發送4.7 GHz之參照信號。與XY面平行之高度1.0 m之面內之RSRP之總和為-359.759 dBm，中央值為-110 dBm。公路外之電波強度低於-110 dBm。若於電磁波反射裝置60之背側之區域，測定上行線路之處理量，則為發送速率之50%以下。若於電磁波反射裝置60之上端連結電磁波吸收體35，則公路32上之接收電力強度較例7稍微下降，但可有效防止電波向公路32外飛出。可知與XY面平行之高度1 m之面內之公路32上之接受電力分佈於發送台Tx之發送天線之最大增益為5 dBi以上30 dBi以下，較佳為10 dBi以上20 dBi以下之範圍內不受影響。例12之計算結果適合未達6 GHz之波段。

**【0081】 [例13]**

例13為實施例。例13中，與例9同樣，於公路32之兩側，設置將單側400片，兩側800片寬度×高度為2.0 m×1.0 m之反射面板10連結且高度為4.0 m之電磁波反射柵欄。與例9之不同點在於，於基地台附近，遍及公路32之長度5 m之範圍，設有覆蓋寬度14 m之公路32之頂部面板110(參照圖4)。發送台Tx1與Tx2之發送天線於公路32之兩側設置為3.0 m高度，自最大增益20 dBi之發送天線發送28.3 GHz之參照信號。藉由遍及5 m之長度設置頂部面板110，與公路32上之XY面平行之高度1.0 m之面內之RSRP之

總和為-248.723 dBm，其中央值為-85 dBm。公路32外，即自公路32觀察，電磁波反射裝置60之背側區域之接收電力低於-125 dBm。若於電磁波反射裝置60之背側之區域，測定上行線路之處理量，則為發送速率之50%以下。即使為5 m之長度，亦可藉由設置頂部面板110，而抑制車輛或構造物之散射光飛出至公路32外。可知對於28 GHz頻段之電波，可改善公路32上之電波傳播環境，且抑制電波向公路32外洩漏。

**【0082】 [例14]**

例14為實施例。例14中，與例13同樣，於公路32之兩側，設置將單側400塊，兩側800塊寬度×高度為2.0 m×1.0 m之反射面板10連結且高度為4.0 m之電磁波反射柵欄。與例13之不同點在於，於基地台附近，遍及公路32之長度10 m之範圍，設有覆蓋寬度14 m之公路32之頂部面板110(參照圖4)。發送台Tx1與Tx2之發送天線於公路32之兩側設置為3.0 m高度，自最大增益20 dBi之發送天線發送28.3 GHz之參照信號。藉由遍及5 m之長度設置頂部面板110，與公路32上之XY面平行之高度1.0 m之面內之RSRP之總和為-235.767 dBm，中央值為-80 dBm。公路外，即自公路32內觀察，電磁波反射裝置60之背側之接收電力低於-125 dBm。若於電磁波反射裝置60之背側之區域，測定上行線路之處理量，則為發送速率之50%以下。藉由設置頂部面板110，對於28 GHz頻段之電波，可改善公路32上之電波傳播環境，且抑制電波向公路32外洩漏。

**【0083】** 由例13與例14可知，藉由部分設置頂部面板110，可抑制電波向公路32外飛出。例13與例14之結果適合包含28 GHz頻段之毫米波段之電波全體。

**【0084】** 如上所述，藉由使用實施形態之無線傳輸系統或反射面

板，可兼顧於室外或靠近室外之環境之室內設施中，電波傳播環境之改善、與抑制電波向必要空間外飛出。基地台之發送天線之位置位於高於電磁波反射裝置之最上部之位置之情形時，亦可藉由以基地台之發送天線之輸出電磁波入射至電磁波反射裝置之面之方式，控制發送射束之放射角度，而改善必要空間內之電波傳播環境，且抑制電波向必要空間外飛出。實施形態之無線傳輸系統1較佳應用於一般公路、高速公路、鐵路、隧道等於指定方向延伸之區域，但此外亦可應用於電子費用接收系統、街道、環形交叉路、商業設施或公共設施之平台、拱廊等。尤其，可於兩側設有隔音壁或安全柵欄之高速公路或隧道內減少死區，改善電波傳播環境，且抑制電波向高速公路外飛出。

**【0085】** 電磁波反射裝置60之反射面之尺寸可根據應用場景適當設計，作為一例，亦可使用10 cm×10 cm至2.0 m×4.0 m之尺寸。基地台33之天線之高度不限定於3.0 m，亦可為較電磁波反射裝置60之上端高之位置。換言之，可根據應用電磁波反射裝置60之環境中設置之基地台之發送天線之位置，設計電磁波反射裝置60之高度、朝向、裝配方法。反射面板之最外層之保護層所使用之紫外線吸收劑、或與電磁波反射裝置組合使用之電磁波吸收面板之材料可根據應用環境適當選擇。

**【0086】** 亦可連結具有包含如圖2B之彎曲面之反射面板10B之電磁波反射裝置60B，構成無線傳輸系統1。亦可將頂部面板110與連結有電磁波反射裝置60B之電磁波反射柵欄100B組合。亦可將包圍指定空間之2個以上電磁波反射裝置60(包含60A、60B及60C)、或2組以上電磁波反射柵欄100平行或非平行設置，亦可將頂部面板110與此種配置組合。例如，亦可於基地台之通信區域內之指定區域，沿第1方向配置第1電磁波反射裝

置60，沿第2方向配置第2電磁波反射裝置60。第1方向與第2方向可相同，亦可不同。亦可將覆蓋指定區域之頂部面板110與第1電磁波反射裝置及第2電磁波反射裝置組合。於電磁波反射裝置60之上端設置電磁波吸收面板之情形時，亦可覆蓋電磁波吸收面板之上端設置頂部面板110。亦可於寬度方向連結複數個反射面板，沿於公路等之一定方向延伸較長之區域連續設置其至少一部分。無線傳輸系統所使用之頻率不限定於4.7 GHz與28 GHz頻段。藉由控制反射面板10之導電層11之圖案，可於1 GHz以上300 GHz以下、或1 GHz以上170 GHz以下之範圍內，反射目標波段之電磁波。

【0087】以上，已針對本揭示之實施形態進行說明，但本揭示可包含以下之構成。

(項目1)

一種無線傳輸系統，其包含：

基地台，其設置於室外或靠近室外之環境，以1 GHz以上300 GHz以下之指定之波段進行無線通信；及

電磁波反射裝置，其具有反射上述指定波段之電磁波之反射面板，沿上述基地台之通信區域內之指定區域設置；且

上述基地台之發送天線以輸出電磁波入射至上述電磁波反射裝置之較最上部之高度低之位置之方式，向上述指定區域形成發送射束；

上述反射面板位於距上述發送天線最短距離5.0 m以上300.0 m以下之範圍，將上述指定波段之電磁波反射至上述指定區域內；

上述指定區域外之接收電力低於上述指定區域內之接收電力之平均值或中央值。

## (項目2)

如項目1所記載之無線傳輸系統，其中

上述指定之波段包含未達6 GHz之頻率，上述指定區域內之接收電力之上述平均值或中央值高於-90 dBm，上述指定區域外之接收電力低於-100 dBm。

## (項目3)

如項目1所記載之無線傳輸系統，其中

上述指定之波段為毫米波段，上述指定區域內之接收電力之上述平均值或中央值為-125 dBm以上，上述指定區域外之接收電力低於-125 dBm。

## (項目4)

如項目1至3中任一項所記載之無線傳輸系統，其中

上述指定區域為公路，上述電磁波反射裝置沿上述公路之至少一側設置。

## (項目5)

如項目4所記載之無線傳輸系統，其中

複數個反射面板於寬度方向連結，至少一部分沿上述公路連續設置。

## (項目6)

如項目1至5中任一項所記載之無線傳輸系統，其中

上述反射面板包含彎曲面。

## (項目7)

如項目1至6中任一項所記載之無線傳輸系統，其包含：

第1電磁波反射裝置，其於上述指定區域內於第1方向上配置；及第2電磁波反射裝置，其於與上述第1方向不同之第2方向上配置。

(項目8)

如項目1至7中任一項所記載之無線傳輸系統，其具有：頂部面板，其覆蓋上述指定區域之至少一部分。

(項目9)

如項目1至8中任一項所記載之無線傳輸系統，其中上述基地台之上述發送天線之最大增益為5 dBi以上30 dBi以下。

(項目10)

如項目1至9中任一項所記載之無線傳輸系統，其具有：電磁波吸收體，其設置於上述反射面板之上端。

(項目11)

如項目1至10中任一項所記載之無線傳輸系統，其中上述反射面板於最外層具有包含紫外線吸收劑之保護層。

(項目12)

如項目11所記載之無線傳輸系統，其中上述反射面板之厚度為5.0 mm以上17.0 mm以下，上述反射面板之厚度相對於上述保護層之厚度之比為350以上1000以下。

**【0088】** 本申請案基於2022年8月17日申請之日本專利申請案第2022-130005號、及2022年11月15日申請之日本專利申請案第2022-182434號而主張其優先權，包含該等日本專利申請案之全部內容。

**【符號說明】**

**【0089】**

1:無線傳輸系統

10:反射面板

10A:反射面板

10A-1:反射面板

10A-2:反射面板

10A-3:反射面板

10B:反射面板

10B-1:反射面板

10B-2:反射面板

10B-3:反射面板

10-1:反射面板

10-2:反射面板

11:導電層

12:接著層

13:接著層

14:介電質層

15:介電質層

16:保護層

17:保護層

20:模型

31:車輛

31a:車輛

31b:車輛

- 32:公路
- 33:基地台
- 35:電磁波吸收體
- 38:板
- 39:柱
- 50:框架(側框架)
- 50A:框架(側框架)
- 50B:框架(側框架)
- 51-1:縫隙
- 51-2:縫隙
- 52:空間
- 56:腳部
- 57:頂部框架
- 58:底部框架
- 60:電磁波反射裝置
- 60A:電磁波反射裝置
- 60A-1:電磁波反射裝置
- 60A-2:電磁波反射裝置
- 60A-3:電磁波反射裝置
- 60B:電磁波反射裝置
- 60B-1:電磁波反射裝置
- 60B-2:電磁波反射裝置
- 60B-3:電磁波反射裝置

60C:電磁波反射裝置  
60C-1:電磁波反射裝置  
60C-2:電磁波反射裝置  
60C-3:電磁波反射裝置  
100A:電磁波反射柵欄  
100B:電磁波反射柵欄  
100C:電磁波反射柵欄  
100-1:電磁波反射柵欄  
100-2:電磁波反射柵欄  
101:解析空間  
102:電磁波吸收體  
110:頂部面板  
151:金屬元件  
200:模型  
210:單位圖案  
300:電磁波反射柵欄  
500:本體  
501:蓋  
505:本體  
550:框架(側框架)  
551a:縫隙  
551b:縫隙  
551c:縫隙

551d:縫隙

a:方向

b:方向

c:方向

C:結合部

d1:距離

d2:距離

Rx:接收機

Tx:發送台

Tx1:發送台

Tx2:發送台

w1:寬度

w2:寬度

w3:厚度

## 【發明申請專利範圍】

### 【請求項1】

一種無線傳輸系統，其包含：

基地台，其設置於室外或靠近室外之環境，以1 GHz以上300 GHz以下之指定波段進行無線通信；及

電磁波反射裝置，其具有反射上述指定波段之電磁波之反射面板，沿上述基地台之通信區域內之指定區域設置；且

上述基地台之發送天線係以將輸出電磁波入射至上述電磁波反射裝置之較最上部之高度更低之位置之方式，向上述指定區域形成發送射束；

上述反射面板位於距上述發送天線最短距離5.0 m以上300.0 m以下之範圍，將上述指定波段之電磁波反射至上述指定區域內；

上述指定區域外之接收電力低於上述指定區域內之接收電力之平均值或中央值。

### 【請求項2】

如請求項1之無線傳輸系統，其中

上述指定波段包含未達6 GHz之頻率，上述指定區域內之接收電力之上述平均值或中央值高於-90 dBm，上述指定區域外之接收電力低於-100 dBm。

### 【請求項3】

如請求項1之無線傳輸系統，其中上述指定波段為毫米波段，上述指定區域內之接收電力之上述平均值或中央值為-125 dBm以上，上述指定區域外之接收電力低於-125 dBm。

### 【請求項4】

如請求項1之無線傳輸系統，其中上述指定區域為公路，上述電磁波反射裝置沿上述公路之至少一側設置。

**【請求項5】**

如請求項4之無線傳輸系統，其中複數個反射面板於寬度方向連結，且至少一部分沿上述公路連續設置。

**【請求項6】**

如請求項1之無線傳輸系統，其中  
上述反射面板包含彎曲面。

**【請求項7】**

如請求項1之無線傳輸系統，其包含：第1電磁波反射裝置，其在上述指定區域內配置於第1方向上；及第2電磁波反射裝置，其配置於與上述第1方向不同之第2方向上。

**【請求項8】**

如請求項1之無線傳輸系統，其具有：  
頂部面板，其覆蓋上述指定區域之至少一部分。

**【請求項9】**

如請求項1之無線傳輸系統，其中  
上述基地台之上述發送天線之最大增益為5 dBi以上30 dBi以下。

**【請求項10】**

如請求項1之無線傳輸系統，其具有：  
電磁波吸收體，其設置於上述反射面板之上端。

**【請求項11】**

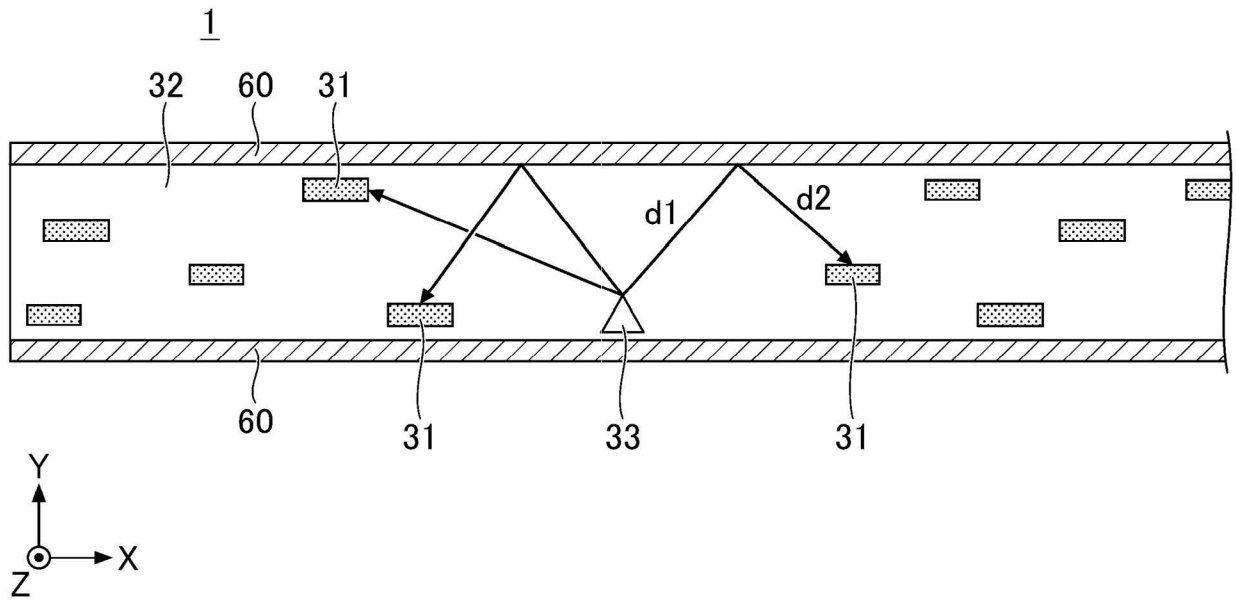
如請求項1之無線傳輸系統，其中

上述反射面板於最外層具有包含紫外線吸收劑之保護層。

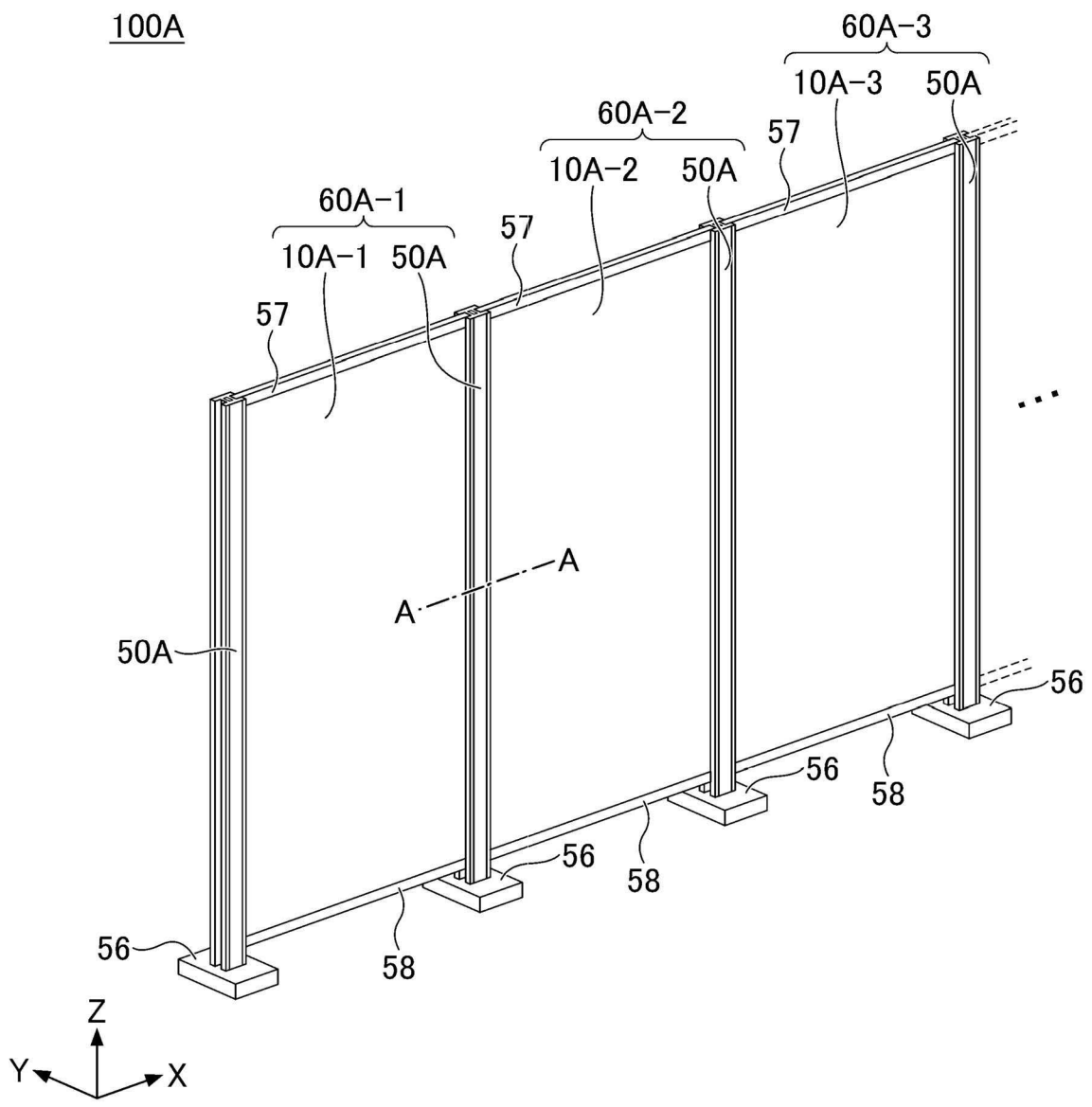
**【請求項12】**

如請求項11之無線傳輸系統，其中上述反射面板之厚度為5.0 mm以上17.0 mm以下，上述反射面板之厚度相對於上述保護層之厚度之比為350以上1000以下。

【發明圖式】

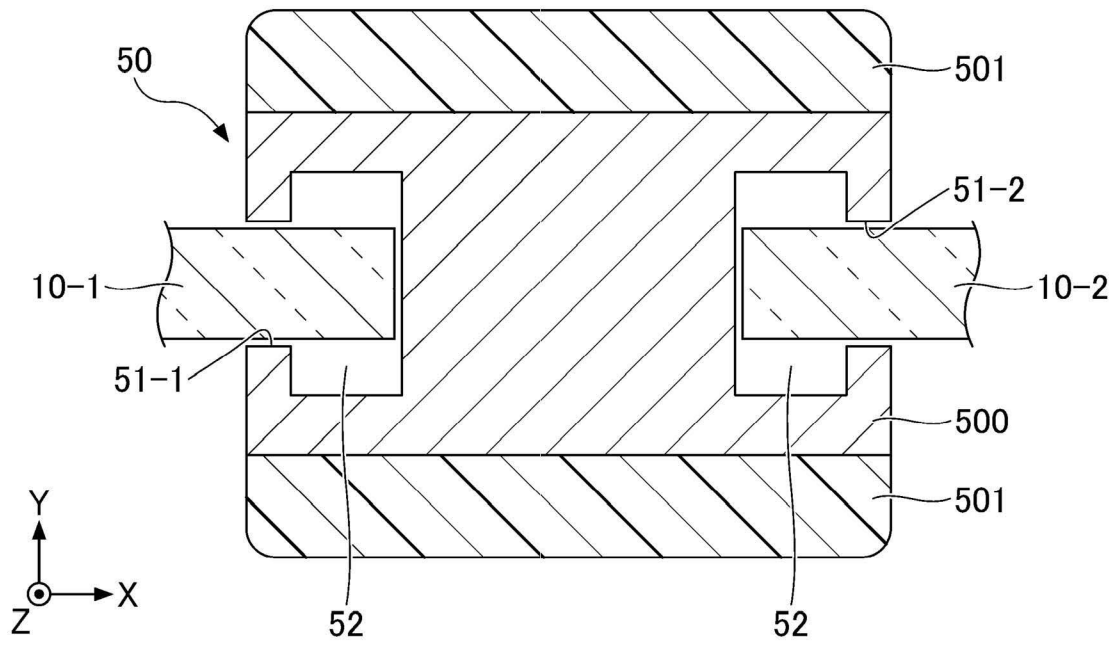


【圖1】



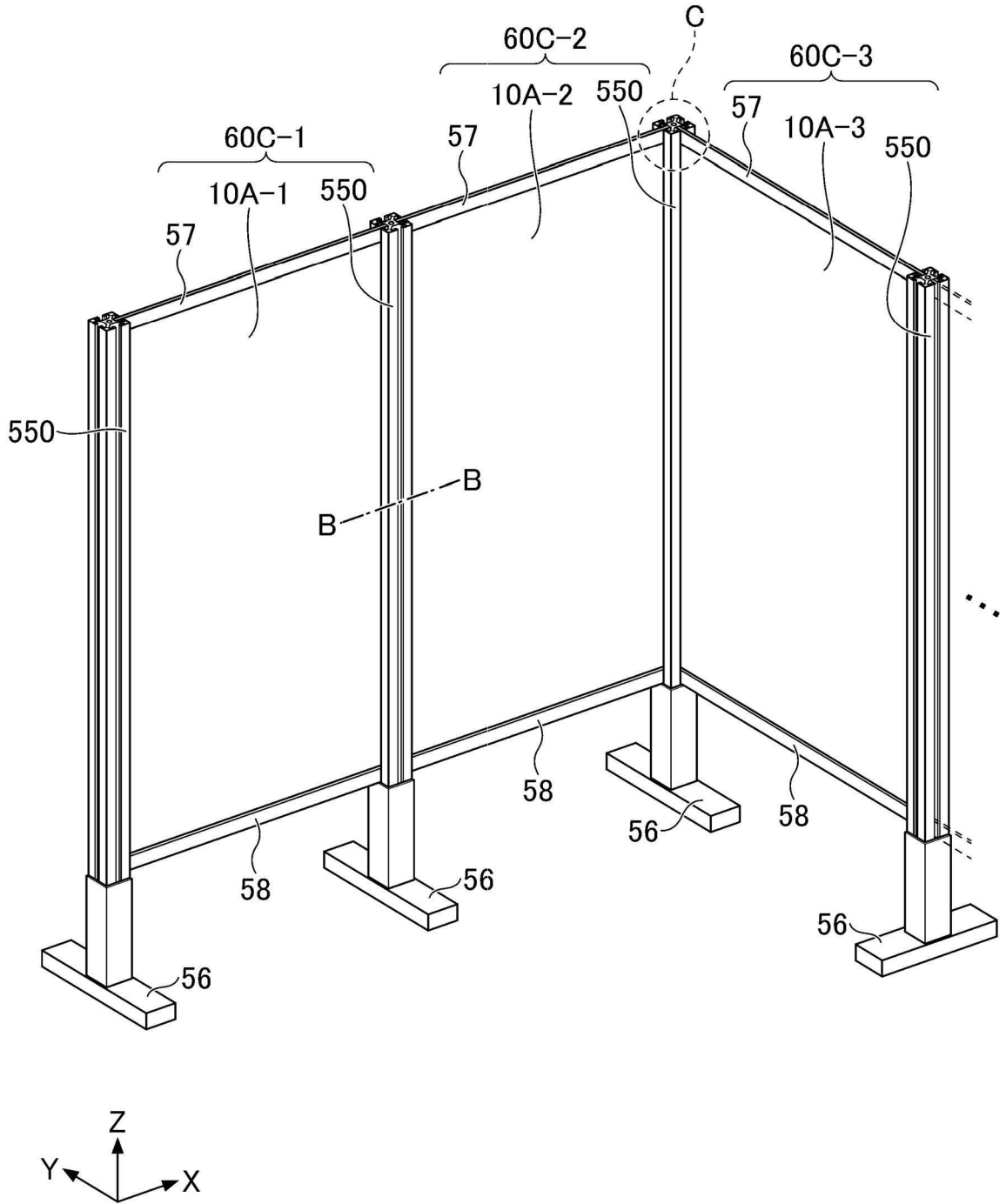
【圖2A】



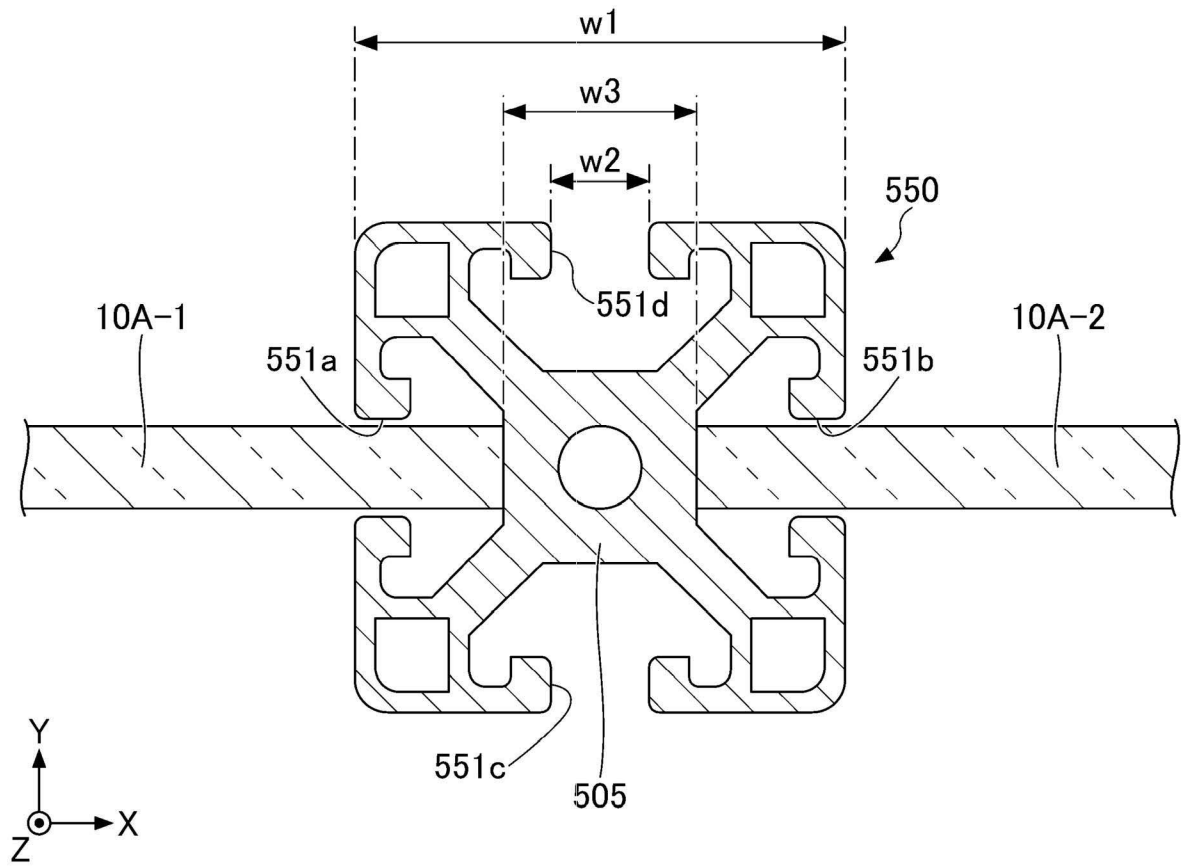


【圖2C】

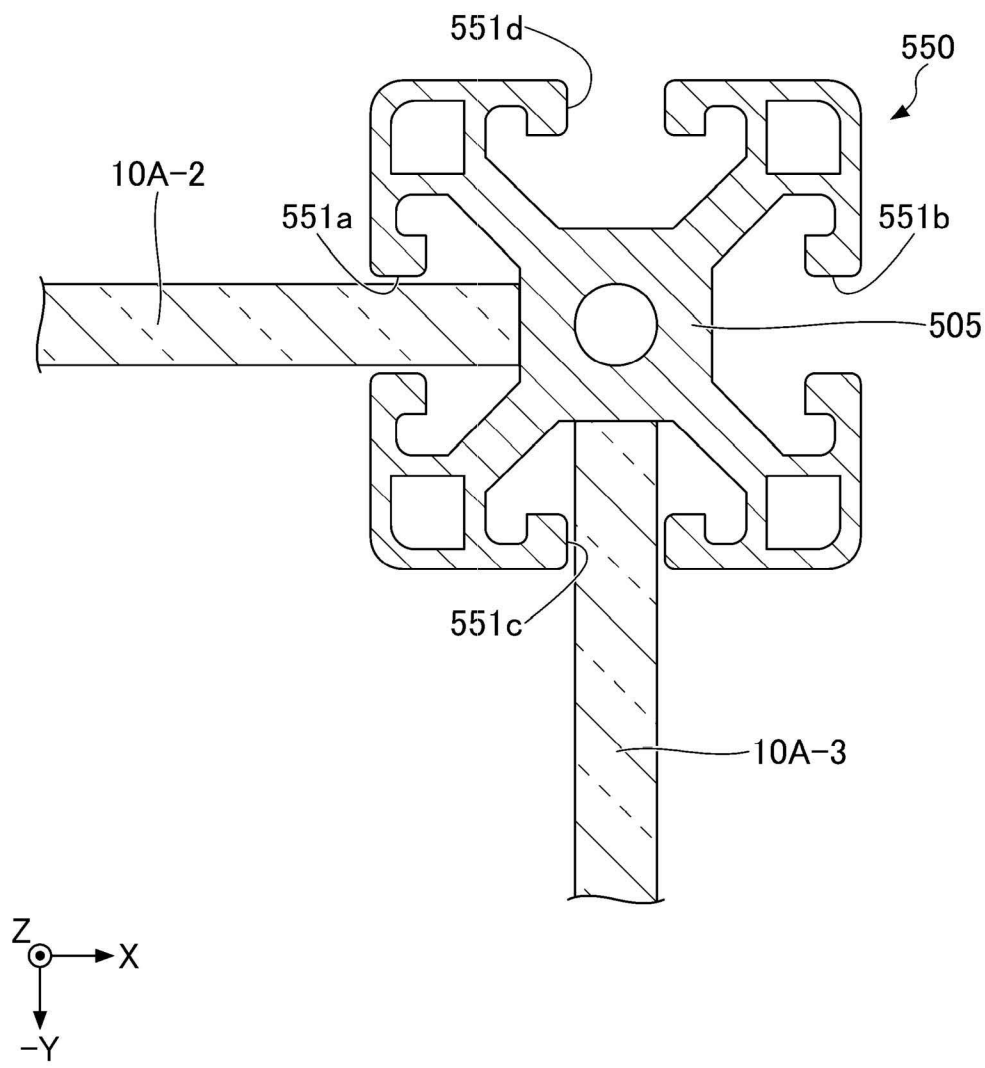
100C



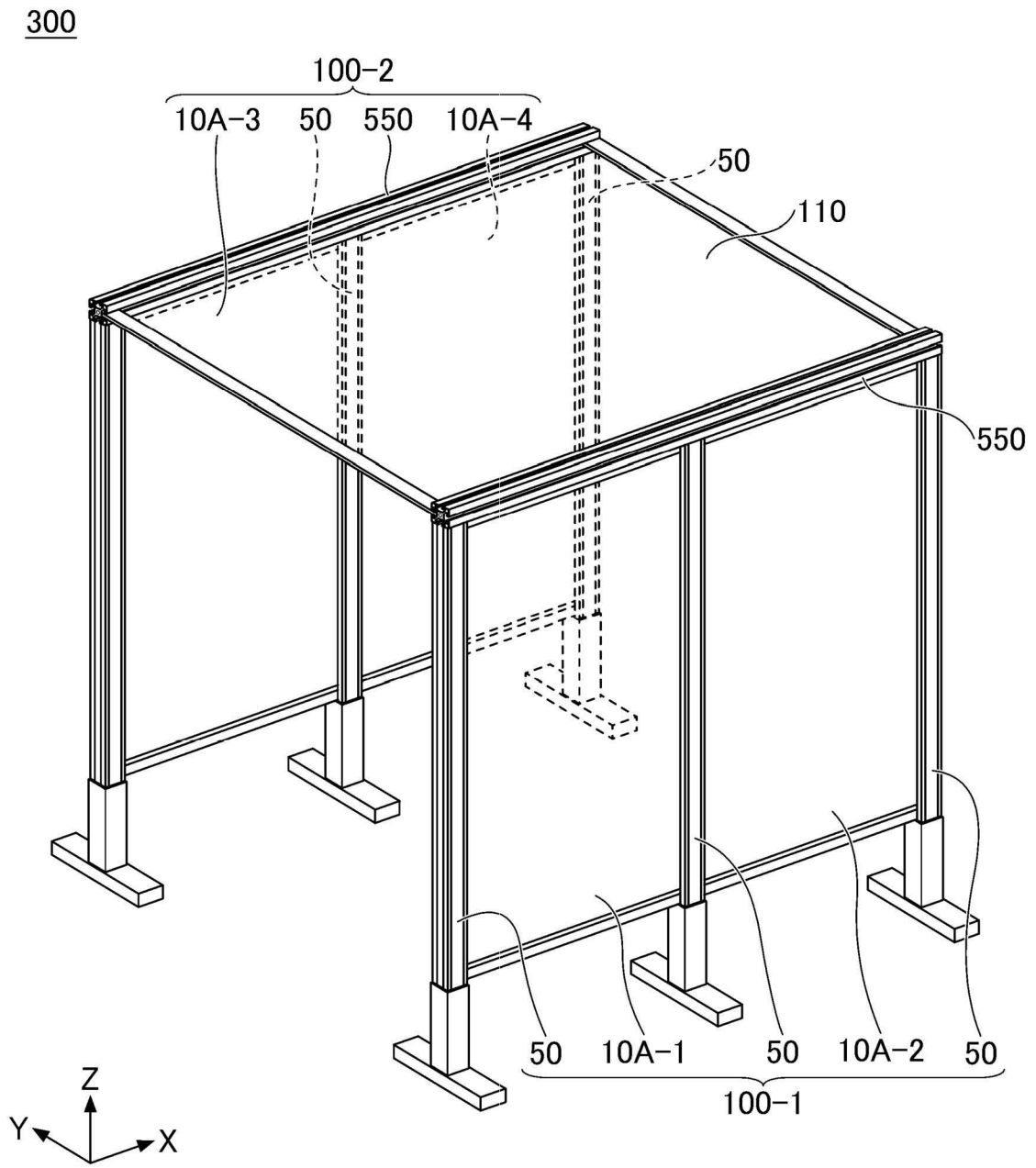
【圖3A】



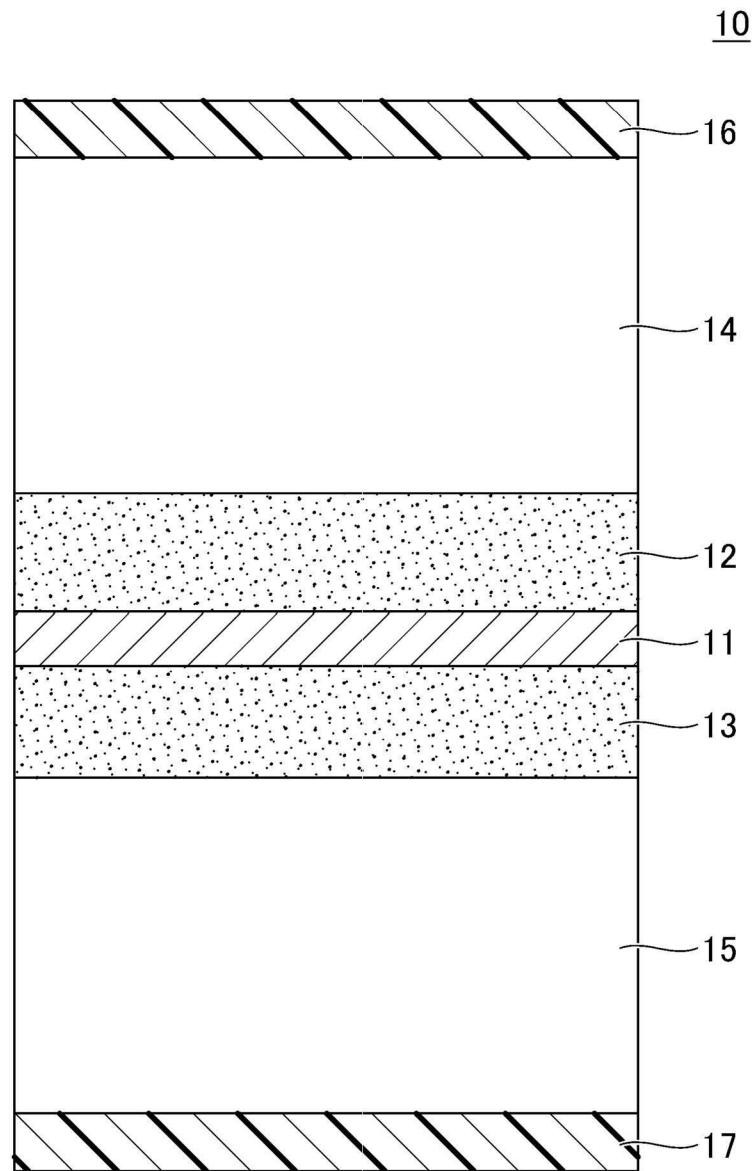
【圖3B】



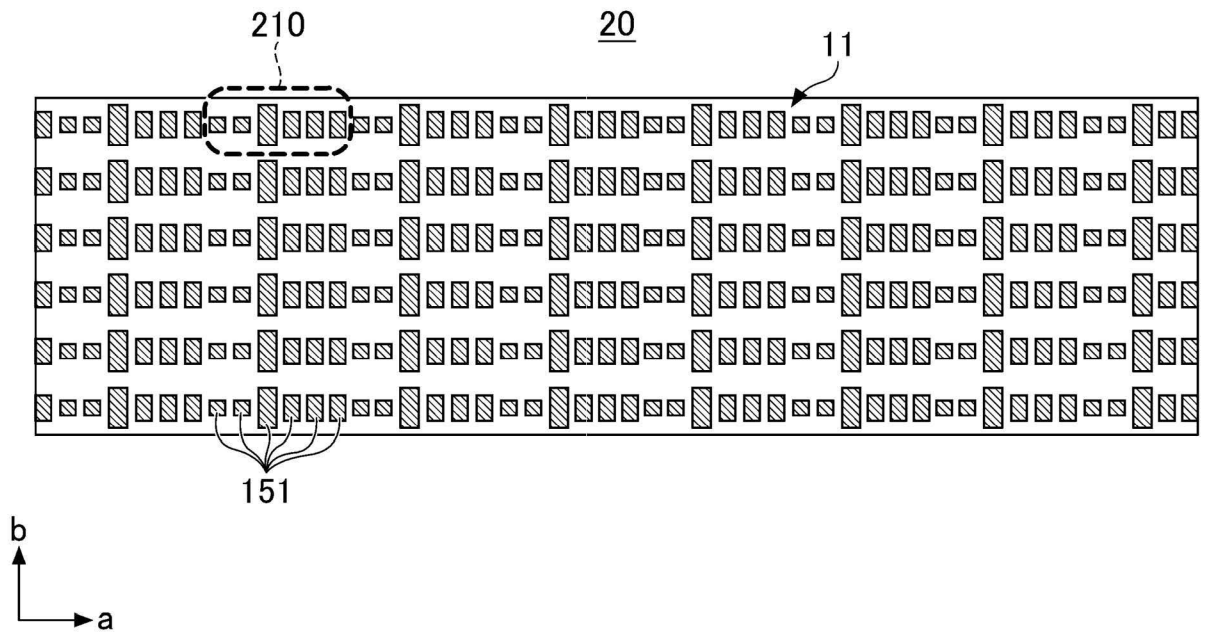
【圖3C】



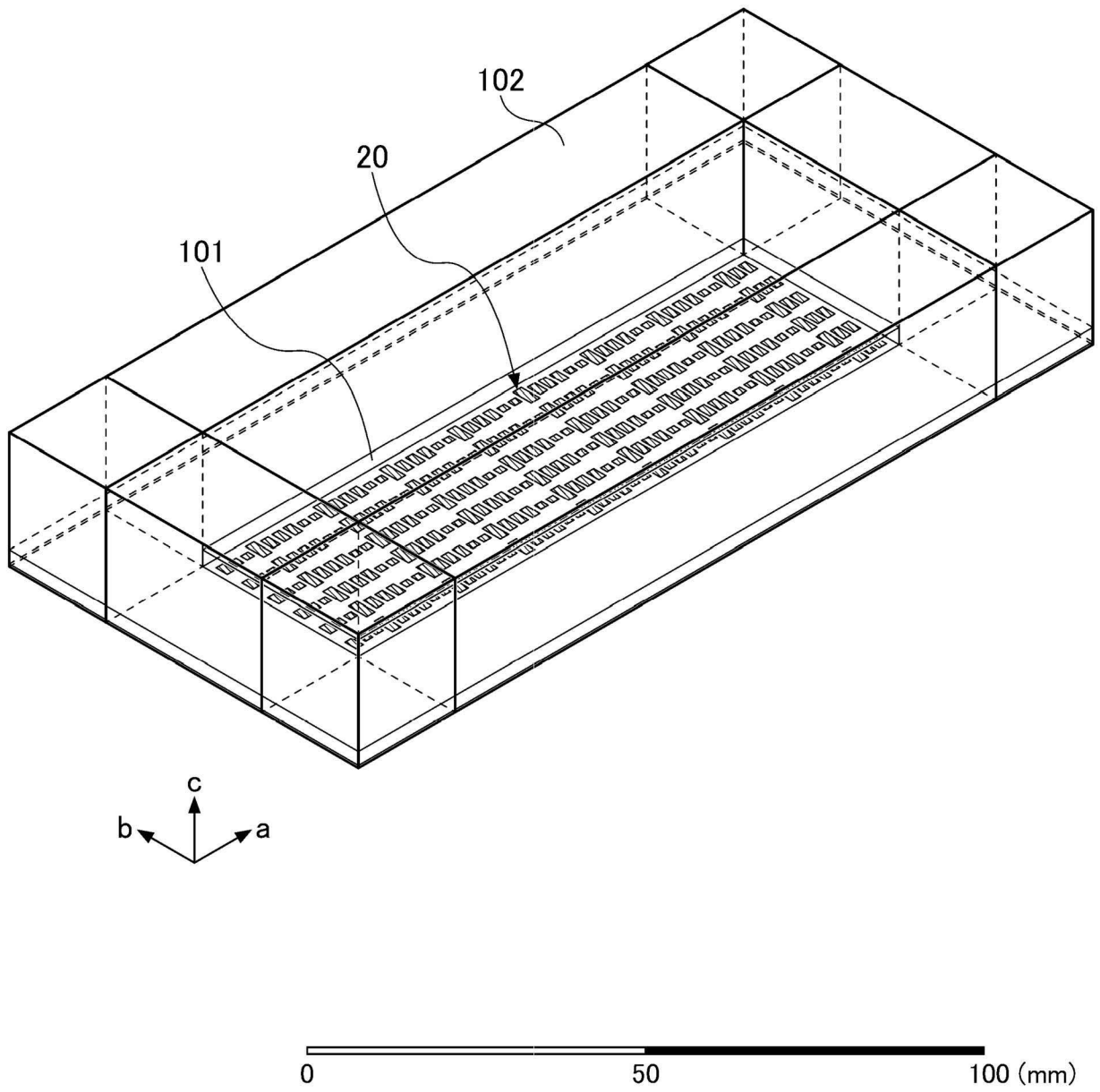
【圖4】



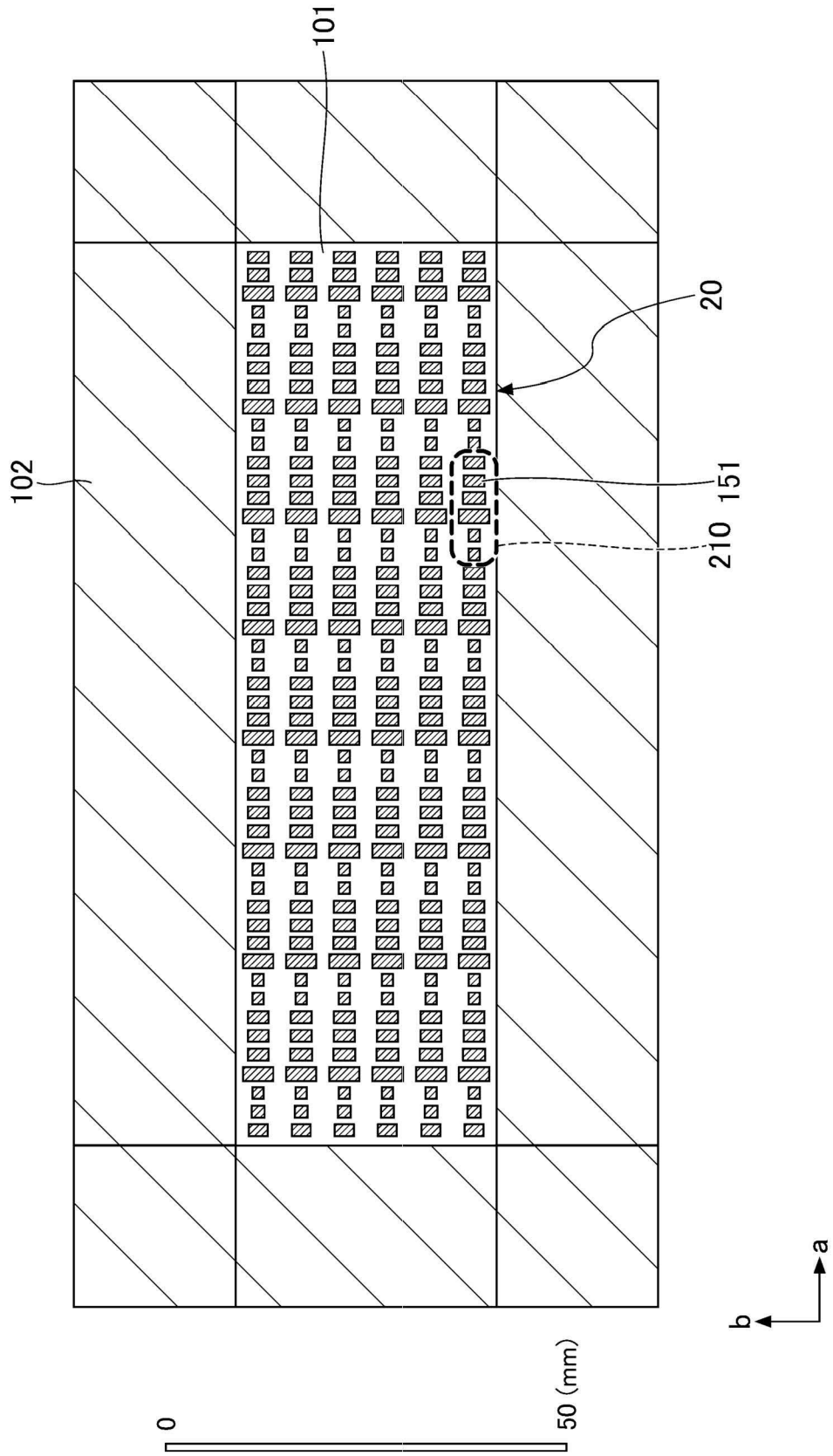
【圖5】



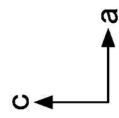
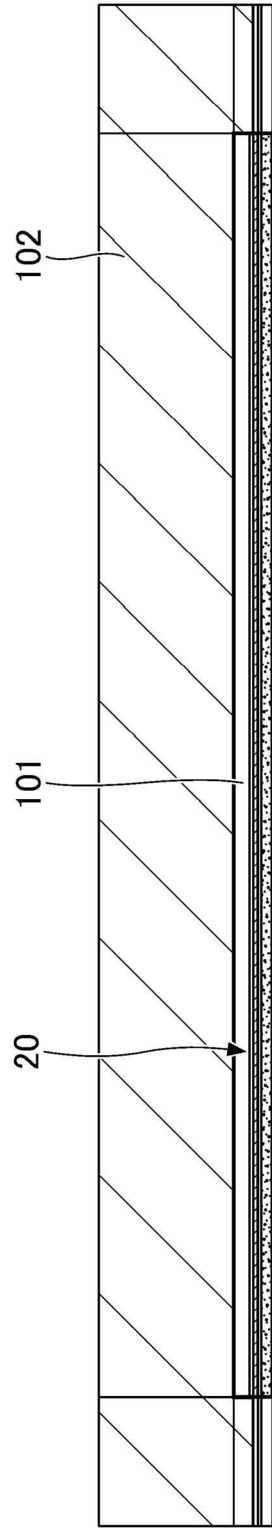
【圖6】



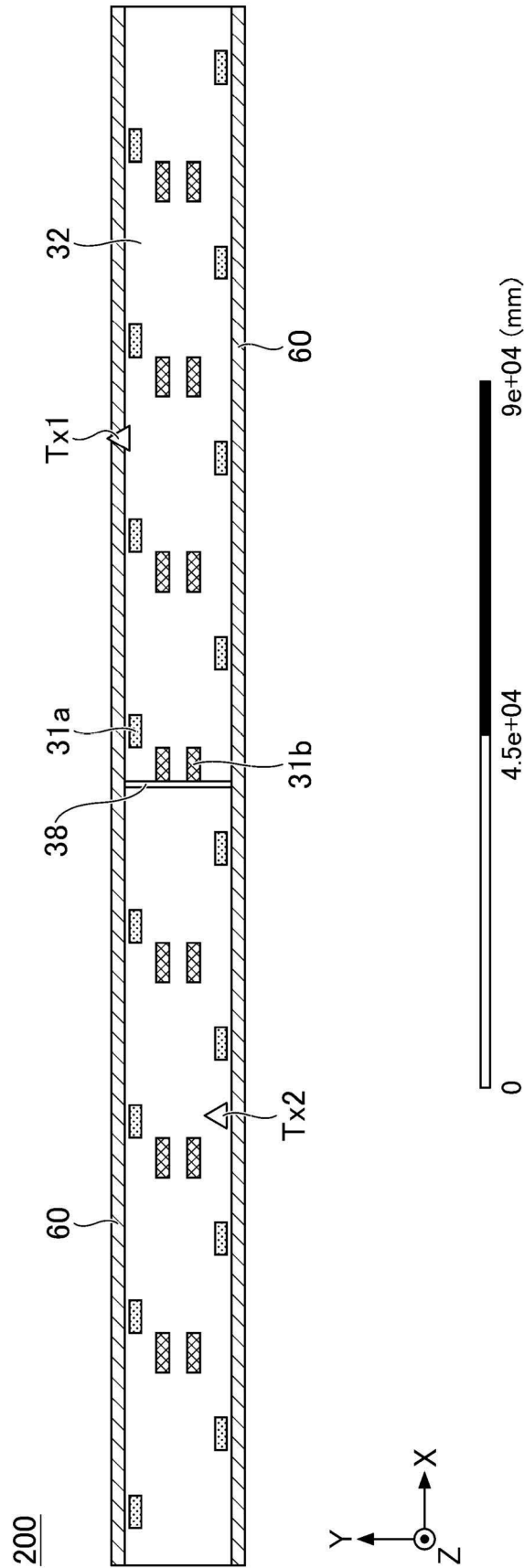
【圖7】



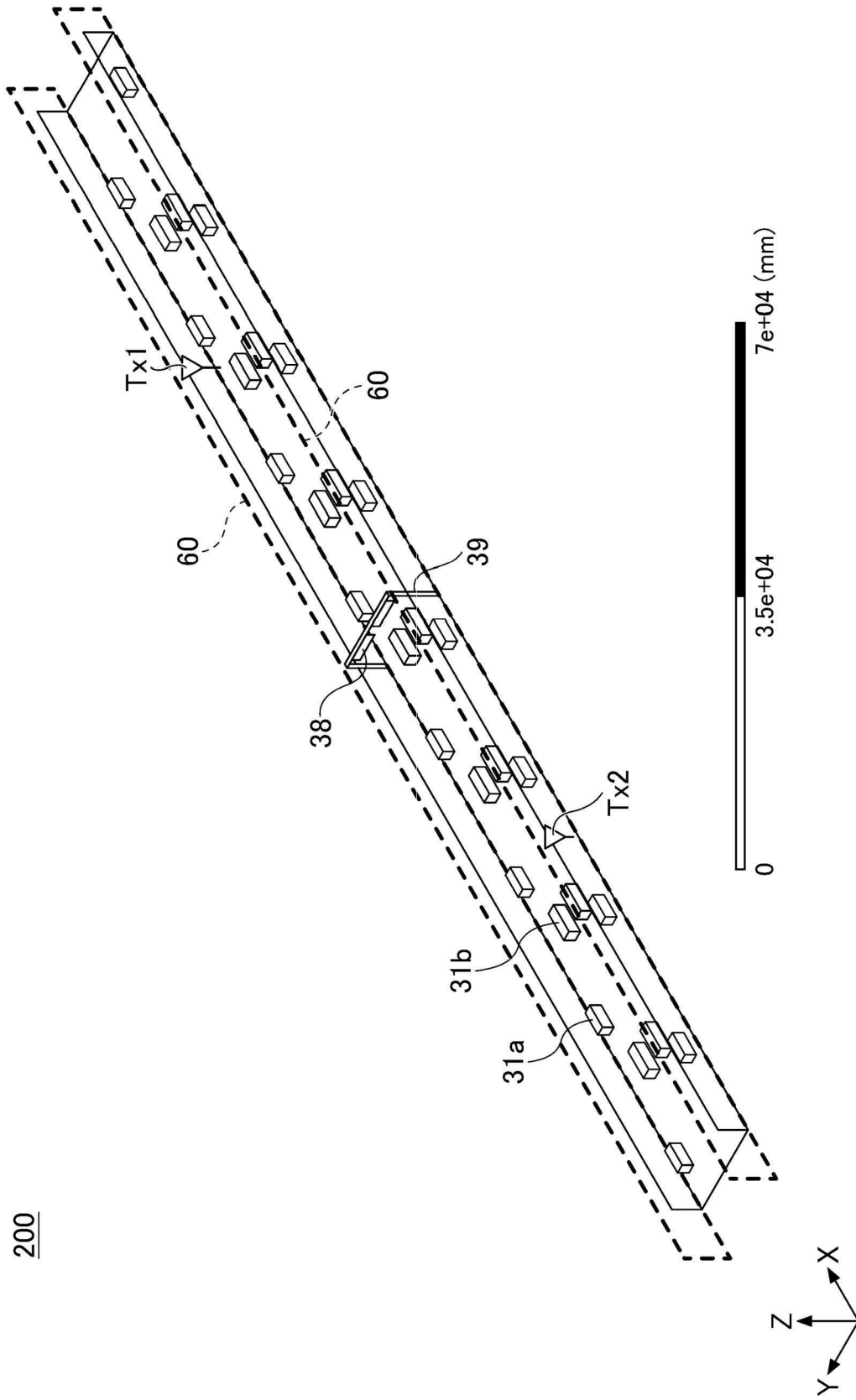
【圖8】



【圖9】



【圖10】



【圖11】

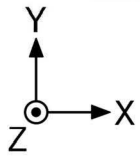
200

頻率: 4.7 GHz

	材質	座標(m)		
		X	Y	Z
車體(31a)	金屬	4.1	1.7	1.5
車體(31b)	金屬	4.8	1.7	1.5
公路(32)	混凝土	200.0	14.0	0.0
板(38)	ITU底板 5 GHz	0.075	8.0	5.0
柱(39)	金屬	0.2	14.0	5.0
電磁波反射裝置(60)	金屬	200.0	0.0	4.0
透光型隔音壁	聚碳酸酯	200.0	0.0	4.0
Tx1	射束寬度28°	-	-	3.0
Tx2	射束寬度28°	-	-	3.0
Rx	無指向性 最大增益0 dBi	全部	全部	1.0

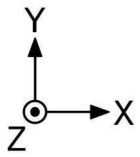
【圖12】

[例7] 4.7 GHz、反射面板



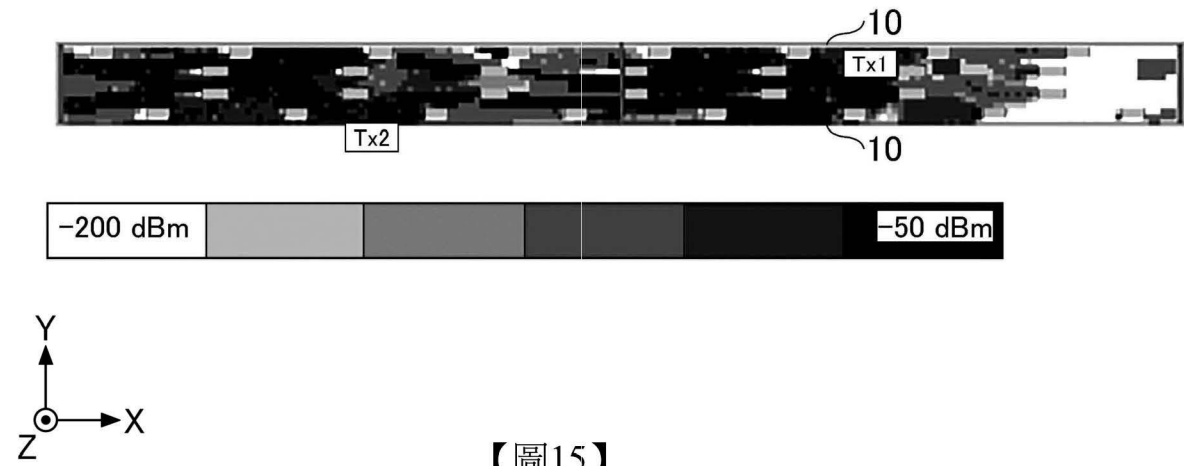
【圖13】

[例8] 4.7 GHz、通常之透光型隔音壁

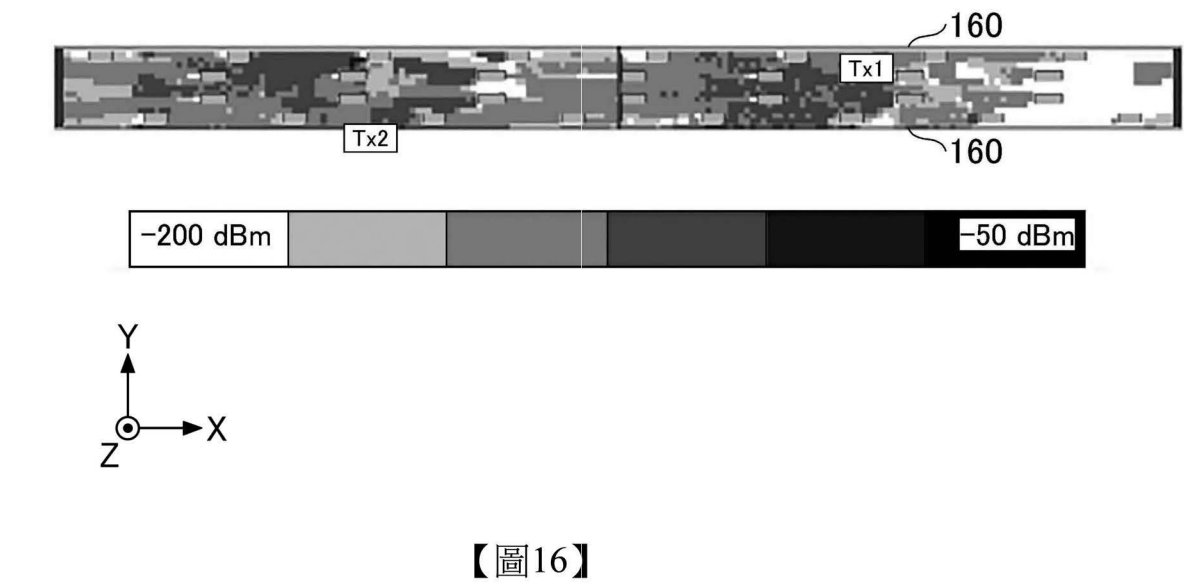


【圖14】

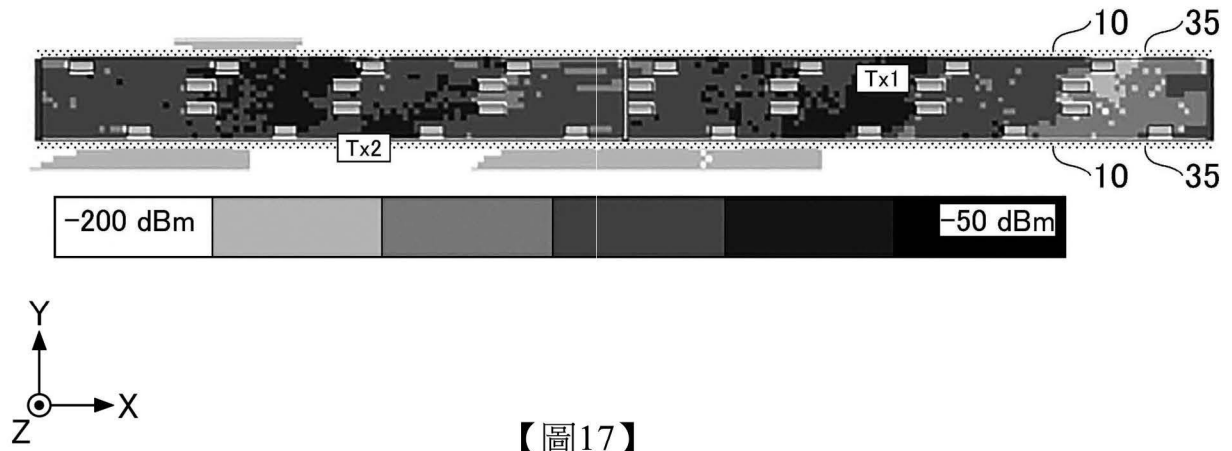
[例9] 28.3 GHz、反射面板



[例10] 28.3 GHz、通常之透光型隔音壁

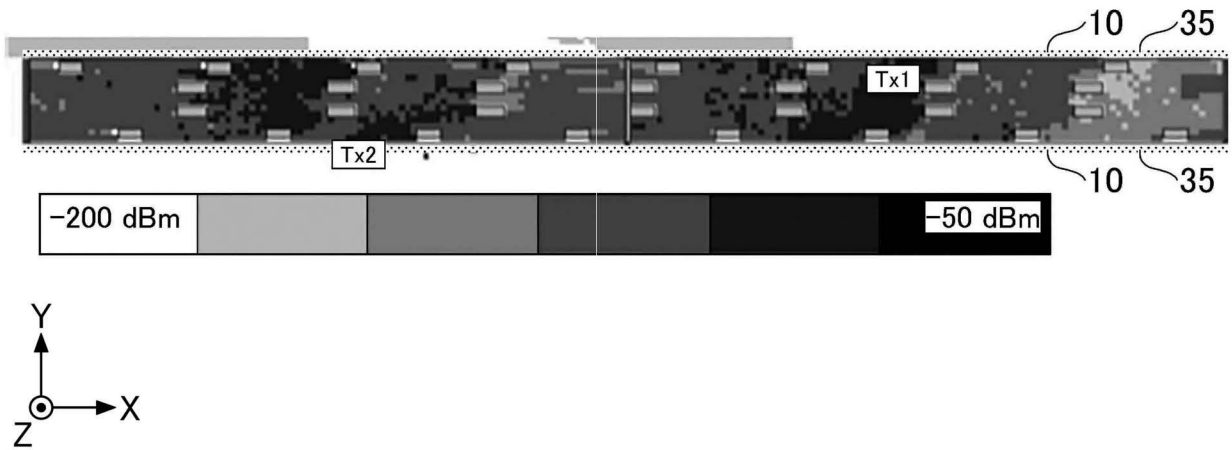


[例11] 4.7 GHz、反射面板+電磁波吸收體



【圖17】

[例12] 4.7 GHz、反射面板+電磁波吸收體



【圖18】