

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-90253

(P2012-90253A)

(43) 公開日 平成24年5月10日(2012.5.10)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)
HO1Q 1/08 (2006.01)		HO1Q 1/08	5J021
HO1Q 3/30 (2006.01)		HO1Q 3/30	5J046

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2011-54866 (P2011-54866)	(71) 出願人	899000057 学校法人日本大学 東京都千代田区九段南四丁目8番24号
(22) 出願日	平成23年3月12日 (2011. 3. 12)	(74) 代理人	100124257 弁理士 生井 和平
(31) 優先権主張番号	特願2010-214436 (P2010-214436)	(72) 発明者	▲高▼野 忠 東京都千代田区九段南四丁目8番24号 学校法人日本大学内
(32) 優先日	平成22年9月24日 (2010. 9. 24)	(72) 発明者	宮崎 康行 東京都千代田区九段南四丁目8番24号 学校法人日本大学内
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	Fターム(参考)	5J021 AA05 AA09 DB03 FA06 GA02 JA07 5J046 AA03 AA07 AB03 DA02

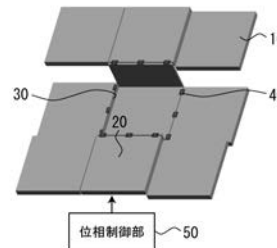
(54) 【発明の名称】 展開型フェーズドアレイアンテナ

(57) 【要約】

【課題】 収納時と展開時の投影面積比を高くでき、展開時に電氣的に位相補正が可能な展開型フェーズドアレイアンテナを提供する。

【解決手段】 展開型アレイアンテナは、基板10とアンテナ素子20と支持体30とヒンジ40と位相制御部50とからなる。アンテナ素子20は、複数の基板10上に配置される。支持体30は、基板10の少なくとも一側面に設けられる。そして、基板の厚みの倍数の突出量で基板から突出して延在する。ヒンジ40は、隣り合う基板の、基板の間又は基板と支持体の間を接続し、少なくとも180度の回転自由度を有する。そして、支持体30と組み合わせることで収納時に折り畳むと略基板1枚分の投影面積に折り畳めるように配置される。位相制御部50は、基板高さの違いにより生ずる位相誤差を、支持体の突出量に応じて位相補正する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

収納時には折り畳め展開時には広げられる展開型フェーズドアレイアンテナであって、  
該展開型アレイアンテナは、

所定の厚みを有し、少なくとも 3 枚以上配置される複数の基板と、

複数の基板上に配置される、フェーズドアレイアンテナ用の複数のアンテナ素子と、

複数の基板のうちの少なくとも 1 枚の基板の少なくとも一側面に設けられ、基板の板面に  
垂直な方向に略基板の厚みの倍数の突出量で基板から突出して延在する支持体と、

展開時に隣り合う基板の、基板の間又は基板と支持体との間を接続し、少なくとも 1 8  
0 度の回転自由度を有するヒンジであって、支持体と組み合わせることで収納時に折り畳  
むと略基板 1 枚分の投影面積に折り畳めるように配置されるヒンジと、

展開時の複数の基板の板面に垂直な方向の高さの違いにより生ずる位相誤差を、支持体  
の突出量に応じて位相補正する位相制御部と、

を具備することを特徴とする展開型フェーズドアレイアンテナ。

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載の展開型フェーズドアレイアンテナであって、さらに、基板の歪み及び  
/又は基板の板面に垂直な方向の高さの違いを検出可能な変動センサを具備し、前記位相  
制御部は、変動センサによる検出結果も用いて位相補正することを特徴とする展開型フェ  
ーズドアレイアンテナ。

## 【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の展開型フェーズドアレイアンテナにおいて、  
中心の基板に対して一方側に隣り合う基板は、同一平面でヒンジを介して接続され、  
他方側に隣り合う基板は、基板の厚み 1 枚分の突出量で中心の基板から突出して延在す  
る支持体に設けられるヒンジを介して接続される、  
ことを特徴とする展開型フェーズドアレイアンテナ。

## 【請求項 4】

請求項 1 乃至請求項 3 の何れかに記載の展開型フェーズドアレイアンテナにおいて、  
中心の基板に対して一方側に隣り合う基板は、基板の厚み 1 枚分の突出量で中心の基板  
から突出して延在する支持体に設けられるヒンジを介して接続され、  
他方側に隣り合う基板は、基板の厚み 2 枚分の突出量で中心の基板から突出して延在す  
る支持体に設けられるヒンジを介して接続される、  
ことを特徴とする展開型フェーズドアレイアンテナ。

## 【請求項 5】

請求項 1 乃至請求項 4 の何れかに記載の展開型フェーズドアレイアンテナにおいて、前  
記位相制御部は、素子位相  $d \cdot \sin \theta$  ( $d$ : アンテナ素子間、 $\theta$ : 放射ビーム角度) に  
対して、 $s \cdot \cos \theta$  ( $s$ : 支持体の突出量に応じた基板間の段差) を加算してアンテナ  
素子の励振位相を調整して位相を制御することを特徴とする展開型フェーズドアレイアン  
テナ。

## 【請求項 6】

請求項 1 乃至請求項 5 の何れかに記載の展開型フェーズドアレイアンテナであって、  
さらに、基板から突出して延在する支持体とその基板に隣り合う基板との間に設けられ  
、基板の板面に垂直な方向に略基板の厚みの倍数の突出量で、隣り合う基板の裏面側から  
突出して延在する脇支持体を具備し、

前記ヒンジは、展開時に隣り合う基板と支持体との間を、脇支持体を介して接続するこ  
とを特徴とする展開型フェーズドアレイアンテナ。

## 【請求項 7】

請求項 1 乃至請求項 6 の何れかに記載の展開型フェーズドアレイアンテナにおいて、前記  
ヒンジは、基板の間又は基板と支持体との間にそれぞれ配置され、基板を簾折り可能なよ  
うに構成されることを特徴とする展開型フェーズドアレイアンテナ。

## 【請求項 8】

10

20

30

40

50

請求項 1 乃至請求項 7 の何れかに記載の展開型フェーズアレイアンテナにおいて、前記ヒンジは、基板の間又は基板と支持体との間にそれぞれ配置され、基板を九十九折り可能なように構成されることを特徴とする展開型フェーズアレイアンテナ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は展開型フェーズアレイアンテナに関し、特に、収納時と展開時の投影面積比の高い展開型フェーズアレイアンテナに関する。

【背景技術】

【0002】

フェーズアレイアンテナは、平面上に設けられるものであり、フェーズアレイアンテナを展開型とした場合には、展開時に同一平面とするために種々の工夫が行われている。例えば特許文献 1 では、基板間を接続するヒンジとして、基板の厚みよりも大きいものを用いて、ヒンジの回転により基板が折り畳まれる例が開示されている。

【0003】

また、特許文献 2 では、複数の長方形の基板を伸展用ポールの中に回転機構を介して配置し、基板を回転させつつ伸展用ポールを伸ばして展開するアンテナが開示されている。

【0004】

さらに、特許文献 3 では、基板の結合を全体として渦巻型にすると共に、隣り合う結合部の折り曲げを山折りと谷折りで交互に繰り返す展開型構造が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開平 7 - 2 2 3 5 9 7 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 2 - 3 3 5 1 1 3 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 0 0 - 5 0 1 2 2 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献 1 が開示の構造では、ヒンジが大型化して重量が増加したり、収納時にヒンジが側方に突き出たりするため、小型化の妨げになっていた。例えば人工衛星等に展開型アンテナを用いることを考えた場合、このような重量の増加や大型化の問題は無視できるものでは無かった。

【0007】

また、特許文献 2 が開示のものは、伸展用ポールを用いるため、装置が複雑化するものであった。また、1次元にしか展開できないため、収納時と展開時の投影面積比を大きくすることは難しかった。

【0008】

さらに、特許文献 3 が開示のものは、基板上にフェーズアレイアンテナ用のアンテナ素子を配置したとしても、各基板の高さが異なるため、以下のような問題があった。即ち、各基板から放射されるマイクロ波の位相面をパネル全体として揃えることはできないため、望ましい放射特性が得られない等の問題があった。特許文献 3 では、このような問題を解決できる手法を何ら開示するものでは無かった。

【0009】

本発明は、斯かる実情に鑑み、収納時と展開時の投影面積比を高くでき、展開時に電氣的に位相補正が可能な展開型フェーズアレイアンテナを提供しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上述した本発明の目的を達成するために、本発明による展開型フェーズアレイアンテナは、所定の厚みを有し、少なくとも 3 枚以上配置される複数の基板と、複数の基板上に

10

20

30

40

50

配置される、フェーズドアレイアンテナ用の複数のアンテナ素子と、複数の基板のうちの少なくとも1枚の基板の少なくとも一側に設けられ、基板の板面に垂直な方向に基板の厚みの倍数の突出量で基板から突出して延在する支持体と、隣り合う基板の、基板の間又は基板と支持体の間を接続し、少なくとも180度の回転自由度を有するヒンジであって、支持体と組み合わせることで収納時に折り畳むと略基板1枚分の投影面積に折り畳めるように配置されるヒンジと、展開時の複数の基板の板面に垂直な方向の高さの違いにより生ずる位相誤差を、支持体の突出量に応じて位相補正する位相制御部と、を具備するものである。

【0011】

さらに、基板の歪み及び/又は基板の板面に垂直な方向の高さの違いを検出可能な変動センサを具備し、位相制御部は、変動センサによる検出結果も用いて位相補正するものであっても良い。

10

【0012】

また、中心の基板に対して一方側に隣り合う基板は、同一平面でヒンジを介して接続され、他方側に隣り合う基板は、基板の厚み1枚分の突出量で中心の基板から突出して延在する支持体に設けられるヒンジを介して接続されるものであれば良い。

【0013】

また、中心の基板に対して一方側に隣り合う基板は、基板の厚み1枚分の突出量で中心の基板から突出して延在する支持体に設けられるヒンジを介して接続され、他方側に隣り合う基板は、基板の厚み2枚分の突出量で中心の基板から突出して延在する支持体に設けられるヒンジを介して接続されるものであっても良い。

20

【0014】

また、位相制御部は、素子位相  $d \cdot \sin$  ( $d$ : アンテナ素子間、 $\theta$ : 放射ビーム角度) に対して、 $s \cdot \cos$  ( $s$ : 支持体の突出量に応じた基板間の段差) を加算してアンテナ素子の励振位相を調整して位相を制御しても良い。

【0015】

さらに、基板から突出して延在する支持体とその基板に隣り合う基板との間に設けられ、基板の板面に垂直な方向に略基板の厚みの倍数の突出量で、隣り合う基板の裏面側から突出して延在する脇支持体を具備し、ヒンジは、展開時に隣り合う基板と支持体との間を、脇支持体を介して接続しても良い。

30

【0016】

また、ヒンジは、基板の間又は基板と支持体との間にそれぞれ配置され、基板を簾折り可能なように構成されても良い。

【0017】

また、ヒンジは、基板の間又は基板と支持体との間にそれぞれ配置され、基板を九十九折り可能なように構成されても良い。

【発明の効果】

【0018】

本発明の展開型フェーズドアレイアンテナには、収納時と展開時の投影面積比を高くでき、展開時に電氣的に位相補正が可能であるという利点がある。

40

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】図1は、本発明の展開型フェーズドアレイアンテナの構成を説明するための概略斜視図である。

【図2】図2は、本発明の展開型フェーズドアレイアンテナの最小構成を説明するための概略図である。

【図3】図3は、本発明の展開型フェーズドアレイアンテナのアンテナ素子の電氣的な概念を説明するための概略構成図である。

【図4】図4は、本発明の展開型フェーズドアレイアンテナの収納時の基板の動きを順に説明するための概略斜視図である。

50

【図 5】図 5 は、本発明の展開型フェーズドアレイアンテナの収納時の基板の動きを順に説明するための概略斜視図である。

【図 6】図 6 は、本発明の展開型フェーズドアレイアンテナの収納時の基板の動きを順に説明するための概略斜視図である。

【図 7】図 7 は、本発明の展開型フェーズドアレイアンテナの収納時の基板の動きを順に説明するための概略斜視図である。

【図 8】図 8 は、本発明の展開型フェーズドアレイアンテナの収納時の基板の動きを順に説明するための概略斜視図である。

【図 9】図 9 は、本発明の展開型フェーズドアレイアンテナの収納時の基板の動きを順に説明するための概略斜視図である。

【図 10】図 10 は、本発明の展開型フェーズドアレイアンテナの収納時の基板の動きを順に説明するための概略斜視図である。

【図 11】図 11 は、本発明の展開型フェーズドアレイアンテナの収納時の基板の動きを順に説明するための概略斜視図である。

【図 12】図 12 は、図 1 に示される本発明の展開型フェーズドアレイアンテナの展開時の側面図である。

【図 13】図 13 は、本発明の展開型フェーズドアレイアンテナの収納時の側面図である。

【図 14】図 14 は、本発明の展開型フェーズドアレイアンテナの他の構成を説明するための側面図である。

【図 15】図 15 は、本発明の展開型フェーズドアレイアンテナのビーム走査における段差の補正について説明するための図である。

【図 16】図 16 は、本発明の展開型フェーズドアレイアンテナの谷折りのみ可能な構成を説明するための側面図である。

【図 17】図 17 は、本発明の展開型フェーズドアレイアンテナの簾折り構造を説明するための側面図である。

【図 18】図 18 は、本発明の展開型フェーズドアレイアンテナの九十九折り構造を説明するための側面図である。

【図 19】図 19 は、本発明の展開型フェーズドアレイアンテナの九十九折り構造の他の例を説明するための側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、本発明を実施するための形態を図示例と共に説明する。図 1 は、本発明の展開型フェーズドアレイアンテナの構成を説明するための概略斜視図である。なお、図示例では 3 × 3 枚の基板により放射面を形成した例を示している。また、図 2 は、本発明の展開型フェーズドアレイアンテナの最小構成を説明するための概略図であり、図 2 ( a ) が斜視図、図 2 ( b ) が側面図である。図示の通り、本発明の展開型フェーズドアレイアンテナは、基板 10 と、アンテナ素子 20 と、支持体 30 と、ヒンジ 40 と、位相制御部 50 とから主に構成されている。

【0021】

基板 10 は、所定の厚みを有するものであり、少なくとも 3 枚以上配置されるものである。例えば、基板 10 は通常のプリント配線基板であれば良い。

【0022】

アンテナ素子 20 は、複数の基板 10 上に配置されるものであり、フェーズドアレイアンテナ用のものである。アンテナ素子 20 は、基板 10 毎に 1 つ配置されるものであっても良いし、各基板 10 に複数のアンテナ素子 20 が配置されるものであっても良い。例えば、基板 10 が 3 枚の場合には、アンテナ素子 20 は基板 10 毎に 1 つ配置されるように 1 次元配置されても良いし、複数のアンテナ素子 20 を 2 次元配置しても良い。

【0023】

図 3 は、本発明の展開型フェーズドアレイアンテナのアンテナ素子の電氣的な概念を説

10

20

30

40

50

明するための概略構成図である。図中、図 1 と同一の符号を付した部分は同一物を表わしている。図示の通り、アンテナ素子 20 は、フェーズドアレイアンテナ用のものであるため、各アンテナ素子の電力合成時に、可変位相器 21 が挿入される。また、アンテナ素子 20 の種類としては特に限定されることなく、プリントアンテナやパッチアンテナ、ヘリカルアンテナ、ラジアルラインスロットアンテナ等、種々のものが適用可能である。アンテナ素子 20 は、基板 10 上に例えばエッチング等により銅薄膜等でパターンニングされるものである。なお、図 1 では、アンテナ素子 20 のパターンの図示は省略した。

#### 【0024】

支持体 30 は、基板 10 の一側面に設けられるものである。図示の通り、支持体 30 は、基板 10 の板面に垂直な方向に基板 10 の厚み分の突出量で基板 10 から突出して延在するものである。支持体 30 の突出量については、後に詳説するが、概ね基板の厚みの倍数の突出量となるように個々に決定されれば良い。また、支持体 30 は、基板 10 の側面に固定可能なものであれば、その材質は特に限定されるものではなく、ヒンジ 40 が固定可能であり、基板の展開・収納時における支持体 30 への負荷に耐え得るものであれば良い。

#### 【0025】

ヒンジ 40 は、例えば図 2 に示されるように、隣り合う基板 10a, 10b の間 (40a) 又は基板 10a と支持体 30 の間 (40b) を接続するものである。ヒンジ 40 は、少なくとも 180 度の回転自由度を有するものである。ヒンジ 40a, 40b と支持体 30 を組み合わせることで、収納時に折り畳むと略基板 1 枚分の投影面積に折り畳めるようにヒンジが配置される。より具体的には、例えば、図 2 に示されるように、3 枚の基板が 1 次元配置される場合、中心の基板 10a に対して右側に隣り合う基板 10b は同一平面でヒンジ 40a を介して接続されている。また、左側に隣り合う基板 10c は、基板の厚み 1 枚分の突出量で中心の基板 10a から突出して延在する支持体 30 に設けられるヒンジ 40b を介して接続されている。即ち、基板 10a, 10b は同一の高さに配置されるが、基板 10c は基板の厚み分、支持体 30 により持ち上げられて配置されている。このように構成されることで、基板 10b をヒンジ 40a を軸に 180 度回転させると基板 10a, 10b は略隙間なく揃って積層される。さらに基板 10c をヒンジ 40b を軸に 180 度回転させると、基板 10b の裏面の上に基板 10c が揃って積層される。これにより、略基板 1 枚分の投影面積に折り畳めるようになる。

#### 【0026】

図 4 乃至図 13 を用いて、3 × 3 枚の基板構成の場合の本発明の展開型フェーズドアレイアンテナの収納時の基板の動きを説明する。図 4 乃至図 13 は、本発明の展開型フェーズドアレイアンテナの収納時の基板の動きを順に説明するための概略斜視図である。図中、図 1 と同一の符号を付した部分は同一物を表わしている。図 1 の状態から、まず図 4 に示されるように、基板 10b がヒンジ 40a を軸に回転され、基板 10a, 10b が積層される。次に、図 5 に示されるように、基板 10c がヒンジ 40b を軸に回転され基板 10b の上に積層される。このとき、基板 10 は支持体 30 により基板の厚み分高く配置されているため、基板 10a, 10b, 10c は略隙間なく揃って積層される。同様に、図 6 に示されるように、基板 11c がヒンジ 41b を軸に回転され基板 11a の下に積層される。また、図 7 に示されるように、基板 11b がヒンジ 41a を軸に回転され基板 11c の下に積層される。このとき、基板 11b は支持体 31 により基板の厚み 1 枚分低く配置されているため、基板 11a, 11b, 11c は略隙間なく揃って積層される。

#### 【0027】

さらに、図 8 に示されるように、積層された基板 11a, 11b, 11c がヒンジ 43 を軸に回転され、積層された基板 10a, 10b, 10c の上に積層される。このとき、積層された基板 11a, 11b, 11c は支持体 33 により基板の厚み 1 枚分高く配置されている。図 12 を用いてより具体的に説明する。図 12 は、図 1 に示される本発明の展開型フェーズドアレイアンテナの展開時の側面図である。図中、図 1 と同一の符号を付した部分は同一物を表わしている。図示の通り、支持体 33 は、基板 10a に設けられてお

10

20

30

40

50

り、基板 10 a から基板の厚み 2 枚分延在し、そこにヒンジ 4 3 が接続されている。即ち、基板 10 a の上には基板 10 b と基板 10 c の 2 枚が積層されるため、基板 10 c の裏面と基板 11 a の表面との高さが等しくなるように構成するためには、基板の 2 枚分の高さを支持体 3 3 で突出させれば良い。これにより、基板 10 c の上に、基板 11 a が略隙間なく揃って積層される。このように、支持体の突出量は、概ね基板の厚みの倍数で決定されれば良い。

【0028】

同様に、図 9 及び図 10 に示されるように、基板 12 a , 12 b , 12 c が、支持体 3 2 に設けられるヒンジ 4 2 a やヒンジ 4 2 b を軸に回転され積層される。図 12 に示されるように、基板 10 a に設けられた支持体 3 4 は、基板の厚み 5 枚分高く延在している。これは、基板 10 b , 10 c , 11 a , 11 b , 11 c の厚みに対応するものである。これにより、図 10 に示される状態では、基板 11 b と基板 12 a の高さが等しくなるように構成される。そして、最後に図 11 に示されるように、積層された基板 10 a , 10 b , 10 c , 11 a , 11 b , 11 c の上に、積層された基板 12 a , 12 b , 12 c がヒンジ 4 4 を軸に回転され、すべての基板が積層される。

10

【0029】

図 13 に、本発明の展開型フェーズドアレイアンテナの収納時の側面図を示す。図中、図 1 と同一の符号を付した部分は同一物を表わしている。図示の通り、基板 10 は略隙間なく積層され、また、支持体の部分で多少の凹凸はあるものの、略基板 1 枚分の投影面積に折り畳める。なお、図示例では、基板の上下に若干の隙間が示されているが、本発明はこれに限定されるものではない。この隙間は、ヒンジ 4 0 の固定板を基板 10 の表面上にそのまま設置したことにより、ヒンジの固定板の厚み分だけ隙間が生じたものである。しかしながら、例えば基板 10 のヒンジ 4 0 の固定板を配置する位置に、凹部を設けて固定板が凹部に嵌合するように構成した場合等には、基板間には完全に隙間なく基板が積層可能となる。さらに、図示例では、完全に同一の大きさの 9 枚の正方形の基板を用いた例を示したため、基板側面に設けられる支持体の分だけ側部に凹凸ができたが、本発明はこれに限定されず、例えば支持体が設けられたり支持体が側面近傍に配置される基板の大きさを支持体の厚み分だけ小さくすることで、完全に揃って積層させることも可能である。

20

【0030】

図 14 に、ヒンジの固定板の位置を変えて固定板の厚みによる基板の隙間の影響を低減させた例を示す。図 14 は、本発明の展開型フェーズドアレイアンテナの他の構成を説明するための側面図である。図中、図 1 と同一の符号を付した部分は同一物を表わしている。図 2 ( b ) に示される例では、展開時において、ヒンジ 4 0 a の固定板は 180 度まで開いた状態であり、ヒンジ 4 0 b の固定板は 270 度まで開いた状態である。収納時には、ヒンジ 4 0 a の固定板は 0 度まで閉じ、ヒンジ 4 0 b の固定板は 90 度まで閉じた状態となる。このため、ヒンジ 4 0 a の固定板の厚みが基板 10 a , 10 b 間に介在するため、隙間が生じていた。しかしながら、図 14 に示される例では、基板 10 a , 10 b 間にも基板の厚み 1 枚分突出する支持体 3 7 が設けられ、支持体 3 7 に接続されるヒンジ 4 7 は、展開時に 270 度まで開いた状態であり、収納時に 90 度まで閉じた状態となる。そして、基板 10 a , 10 c 間に設けられる支持体 3 8 は、基板の厚み 2 枚分突出するものであり、これに接続されるヒンジ 4 8 も、展開時に 270 度まで開いた状態であり、収納時に 90 度まで閉じた状態となる。このように構成されることにより、収納時には基板間にヒンジの固定板が介在しないため、基板間にヒンジによる隙間は生じなくなる。これにより収納時の高さをより低く構成することも可能である。

30

40

【0031】

さて、このような展開構造に対して、フェーズドアレイアンテナ用のアンテナ素子を配置した場合には、そのままでは各基板の高さが異なるため、各基板から放射されるマイクロ波の位相面をパネル全体として揃えることはできない。したがって、望ましい放射特性が得られない。しかしながら、本発明の展開型フェーズドアレイアンテナでは、以下に説明する位相制御部 5 0 を用いて高さの違いによる位相誤差を補正することで、望ましい放

50

射特性のフェーズドアレイアンテナを実現可能である。

【0032】

位相制御部50は、展開時の複数の基板10の板面に垂直な方向の高さの違いにより生ずる位相誤差を、支持体30の突出量に応じて位相補正するものである。図3に示されるように、位相制御部50は、例えばアンテナ素子20に接続される可変位相器21を制御するものであり、アンテナ素子20が配置された基板10の高さに応じて、アンテナ素子20毎に位相補正可能なものであれば良い。即ち、基板10の高さは、支持体30の突出量に対応するものであるため、予め設定した補正值に応じて可変位相器21が補正されれば良い。したがって、非常に簡単に補正值を求めることが可能であり、位相誤差を容易に補正可能である。例えば、展開時の側面図である図12を参照して高さについて説明すると、例えば基板10aを基準とすると、基板10bは同一平面内にあるため補正の必要はない。基板10cは、支持体30により基板の厚みの1枚分の高さの違いが生じているため、位相制御部50では、基板10aに配置されるアンテナ素子と比べて、基板の厚み1枚分に応じた位相誤差を補正すれば良い。同様に、例えば基板12aや基板12cは、基板の厚み5枚分の高さの違いが支持体34により生じているため、基板の厚み5枚分に応じた位相誤差を位相制御部50にて補正すれば良い。このように、基板の高さは予め既知のものとなるため、予め補正量を位相制御部50で記憶しておけば、簡単に補正可能となる。なお、展開する基板が多い場合、位相補正量が360度を越す場合も起こり得る。この場合、360度の整数倍だけ差し引いて位相補正を行えば良い。

10

【0033】

さらに、基板10の歪や基板の板面に垂直な方向の高さの違いを検出可能な変動センサを別途設けても良い。これにより位相制御部50は、変動センサによる検出結果も用いて位相補正することも可能となる。即ち、変動や高さ誤差に対してアクティブに位相補正することも可能となる。

20

【0034】

フェーズドアレイアンテナでは、アンテナ素子への給電位相を変えることでビームを走査することが行われる。図15は、本発明の展開型フェーズドアレイアンテナのビーム走査における段差の補正について説明するための図である。図中、 $d$ がアンテナ素子間を表し、 $s$ が基板間の段差を表している。また、 $\theta$ は放射ビーム角度を表している。一般的に各素子に対する位相量(素子位相： $A_1 B_1$ )は、 $d \cdot \sin \theta$ となる。しかしながら、本発明の展開型フェーズドアレイアンテナでは、基板間に段差があるため、これによる励振位相( $A_2 B_2$ )は $s \cdot \cos \theta$ となり、これを補正することになる。即ち、 $s \cdot \cos \theta$ を $d \cdot \sin \theta$ にさらに加算して、アンテナ素子の励振位相を調整して位相を制御し、放射ビーム角度を $\theta$ だけ走査することが可能となる。

30

【0035】

このように、本発明の展開型フェーズドアレイアンテナによれば、複雑な構造はいらないため重量の増加も少なく、収納時と展開時の投影面積比を大きくすることが可能となる。また電氣的に位相補正が可能のため、瞬時に補正可能である。また、小型軽量化、さらには補正により信頼性も向上可能であるため、衛星搭載用としての利用にも向いている。例えば小型衛星に大型アンテナを搭載する場合等に、特に有利となる。

40

【0036】

さらに、本発明の展開型フェーズドアレイアンテナは、任意に位相補正可能であるため、例えば完全に基板を展開せずに、一部を所定の角度までしか展開せずに運用することも可能である。これにより、機械的に一部のアンテナの指向性を変えることも可能である。

【0037】

次に、本発明の展開型フェーズドアレイアンテナの他の例について説明する。例えば、図1に示したような構造の場合、隣り合う基板が山折りされる構造、即ち、基板の裏面にヒンジが設けられる部分を有している。なお、ここで、本明細書中で山折りや谷折りについては、基板のアンテナ素子が設けられる側から見て凸になる折り方を山折りと、凹になる折り方を谷折りという。この場合、展開型フェーズドアレイアンテナが設置される状

50



態によっては、山折りされる基板が設置部分に接触する可能性がある。即ち、例えば人工衛星に展開型フェーズドアレイアンテナを搭載する場合には、衛星に接触する可能性がある。このような問題は、例えば展開するときを開く基板の順番や収納するとき折り畳む基板の順番を制御することで回避可能である。例えば、収納時において、図8から図9の状態に折り畳もうとすると、基板12cが山折りとなる。したがって、まず基板12a, 12b, 12cを折り畳む前に、基板12aを基板11b側に谷折りにした後に、基板12c及び基板12bを谷折りすれば良い。即ち、中心の基板に対して両側の基板が谷折り可能なタイミングで基板を展開・収納すれば良い。

#### 【0038】

また、谷折りのみ可能なように予めヒンジ周辺を構成することも可能である。図16は、本発明の展開型フェーズドアレイアンテナの谷折りのみ可能な構成を説明するための側面図である。図中、図1等と同一の符号を付した部分は同一物を表わしている。図16は、本発明の展開型フェーズドアレイアンテナの展開途中の側面図である。図示の通り、この例では、脇支持体60a, 60bを有している点がこれまでの例と異なる点である。脇支持体60a(60bも同様)は、基板10aから突出して延在する支持体33とその基板10aに隣り合う基板12cとの間に設けられるものである。また、脇支持体60aは、基板12cの板面に垂直な方向に略基板の厚みの倍数の突出量で、隣り合う基板12cの裏面側から突出して延在するものである。図示例では、脇支持体60aは基板3枚分の突出量で延在している。同様に、脇支持体60bも、基板12bの裏面側から基板3枚分の突出量で延在している。このように設けられた脇支持体60aを介して、ヒンジ44は、展開時に隣り合う基板12cと支持体34との間を接続している。即ち、ヒンジ44の位置が基板12a, 12b, 12cに対して上側に位置するように構成されている。

#### 【0039】

このように構成されることで、収納時に基板11aは、基板10cの表面側の上に配置される。そして、基板12aは基板11bの裏面側の上に配置される。そして、展開時には、まず、基板12a, 12b, 12cが上側に展開される。このときに脇支持体60aは、基板12cに固定されているため、基板12cの上側に配置される基板12a, 12bは、上側にのみ展開可能(谷折り)となる。したがって、基板が装置設置部分に接触することはない。同様に、基板11a, 11b, 11cが上側に展開される(図16に示される状態)。このときに脇支持体60bは基板11bに固定されているため、基板11cの上側に配置される基板11a, 11cは、上側にのみ展開可能(谷折り)となるので、接触は防止可能である。

#### 【0040】

次に、本発明の展開型フェーズドアレイアンテナの基板の折り畳み方の他の例について説明する。図17は、本発明の展開型フェーズドアレイアンテナの簾折り構造を説明するための側面図である。図中、図1等と同一の符号を付した部分は同一物を表している。図示例では、破線が収納時の状態又は展開中の状態を表し、実線が展開された状態を表している。なお、3枚の基板10a, 10b, 10cのみを示しているが、これを1単位として例えば図13等にも示されるような、9枚の基板を用いた構成も可能である。この例では、ヒンジ40a, 40bが、基板10a, 10bの間、及び基板10aと支持体30との間に配置され、基板を簾折り可能なように構成されている。即ち、基板10bは谷折りで基板10aの上に折り畳まれ、基板10aは谷折りで基板10cの上に折り畳まれるように構成されている。このように、同一の方向に巻いていくように基板が折り畳まれるものである。

#### 【0041】

さらに、本発明の展開型フェーズドアレイアンテナの基板の折り畳み方のさらに別の例について説明する。図18は、本発明の展開型フェーズドアレイアンテナの九十九折り構造を説明するための側面図である。図中、図1等と同一の符号を付した部分は同一物を表しており、破線が収納時の状態又は展開中の状態を表し、実線が展開された状態を表している。この例では、ヒンジ40a, 40bが、基板10a, 10bの間、及び基板10a

、10cの間に配置され、基板を九十九折り可能なように構成されている。即ち、まず基板10a、10bが折り畳まれる前に、ヒンジ40bを軸に谷折りで基板10cの上に基板10aが折り畳まれる。そして、ヒンジ40aを軸に、基板10bを谷折りで基板10aの上に折り畳まれる。このように、基板が順に表裏表裏となるように基板が折り畳まれるものである。そして、図19に示されるように、基板10bに支持体30が配置され、基板10dと支持体30との間にヒンジ40cが配置されるようにしても良い。この例は、基板10bを中心に、基板10a、10cが九十九折りされると共に、その上に基板10d、10cが九十九折りされる構造である。

【0042】

なお、本発明の展開型フェーズドアレイアンテナは、上述の図示例にのみ限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることは勿論である。

10

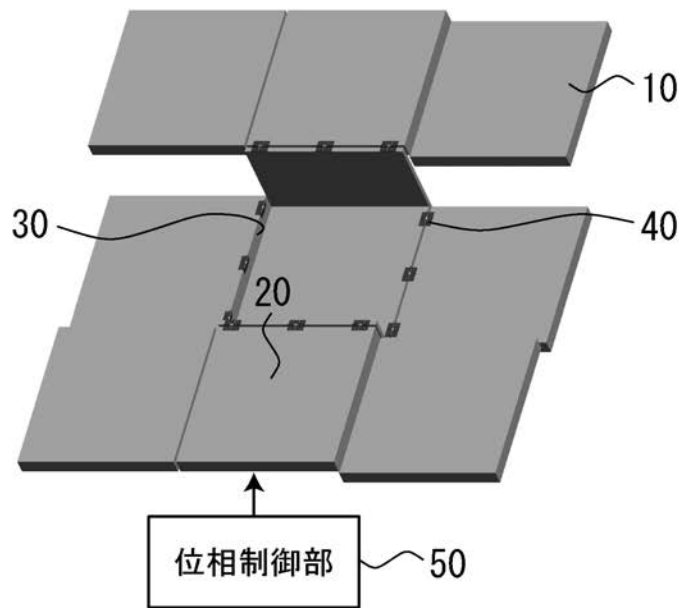
【符号の説明】

【0043】

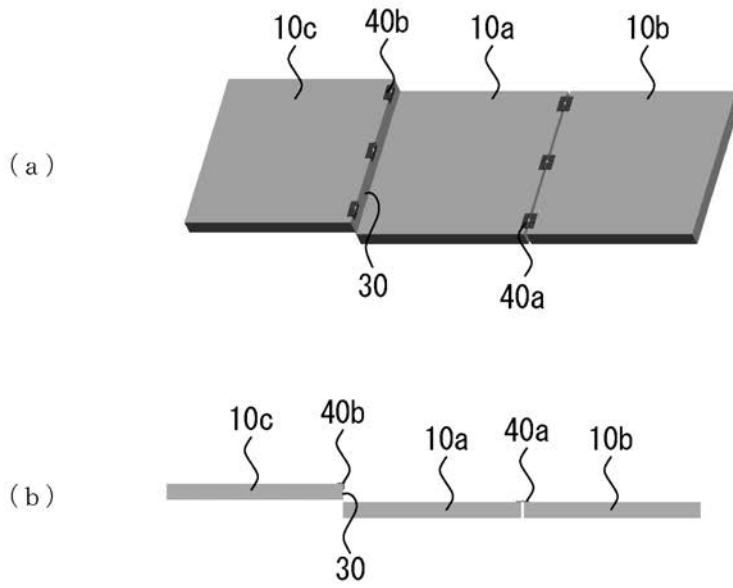
- 10, 11, 12      基板
- 20      アンテナ素子
- 21      可変位相器
- 30, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 39      支持体
- 40, 41, 42, 43, 44, 46, 47, 48, 49      ヒンジ
- 50      位相制御部
- 60, 61, 62      脇支持体

20

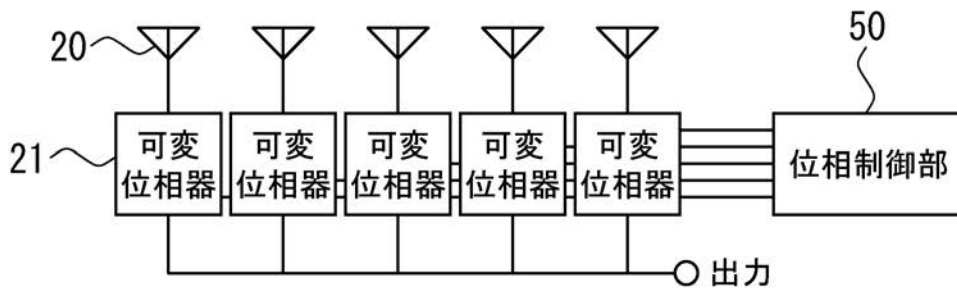
【図1】



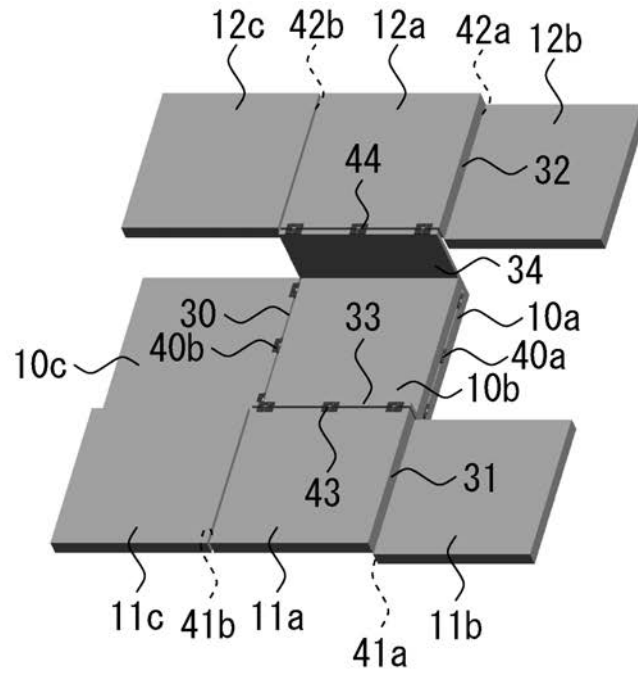
【 図 2 】



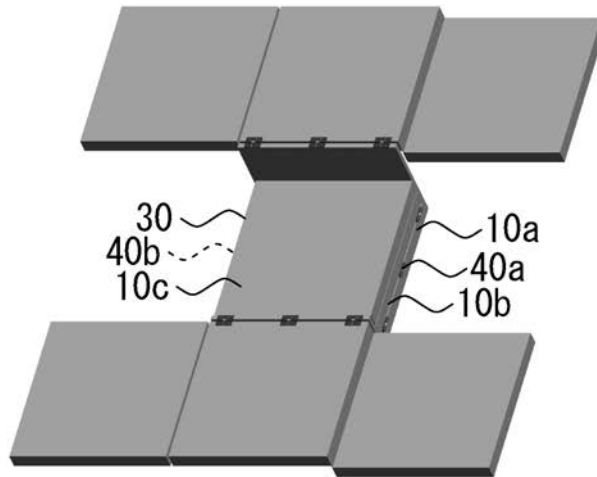
【 図 3 】



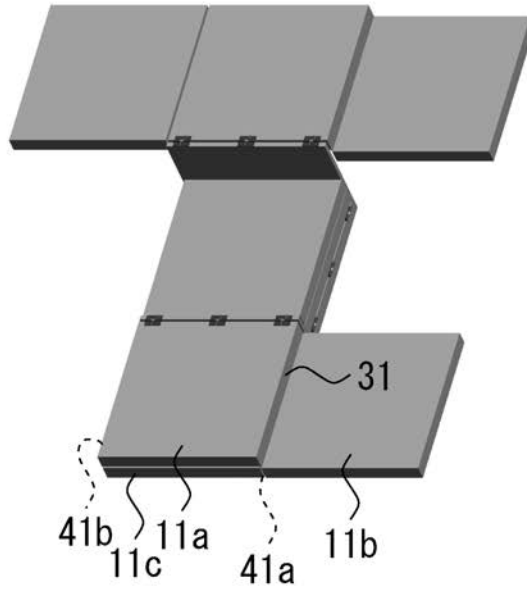
【 図 4 】



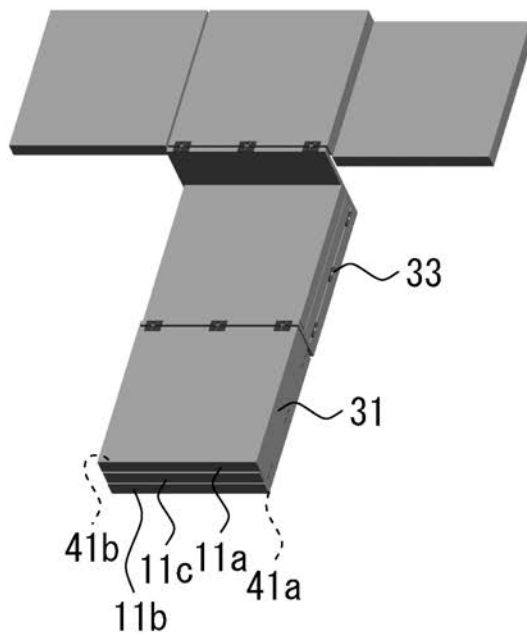
【 図 5 】



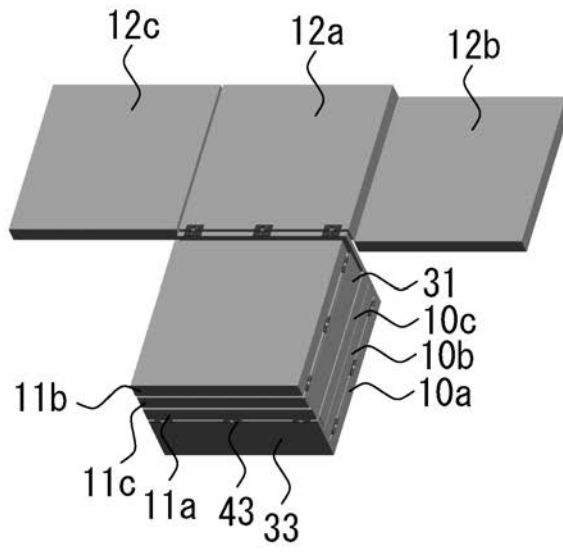
【 図 6 】



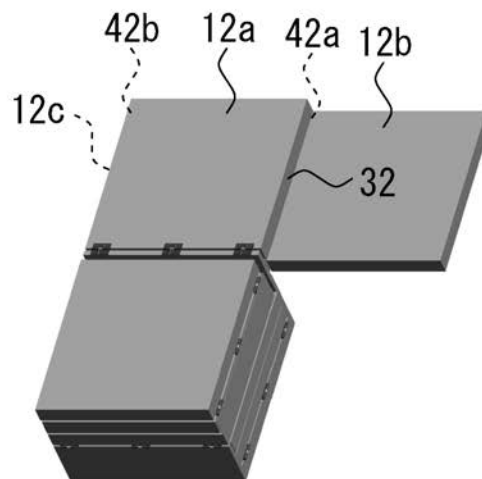
【 図 7 】



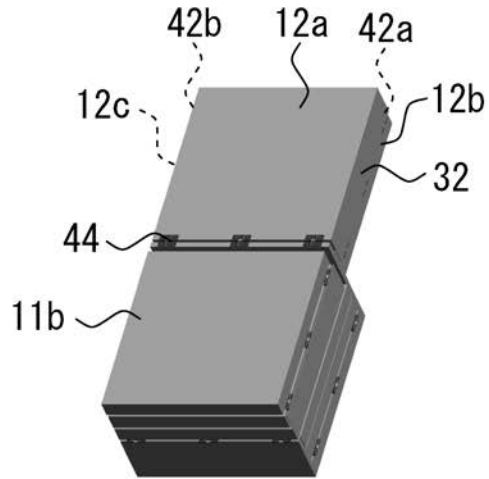
【 図 8 】



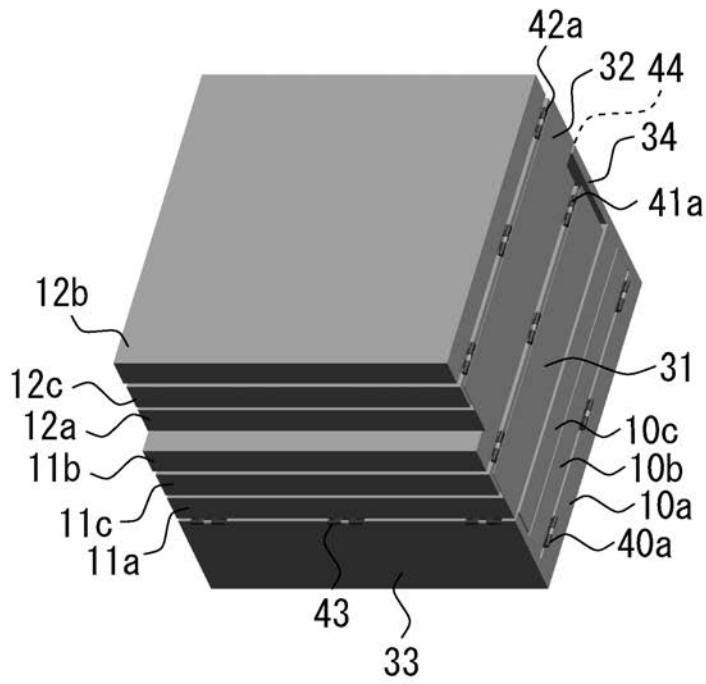
【 図 9 】



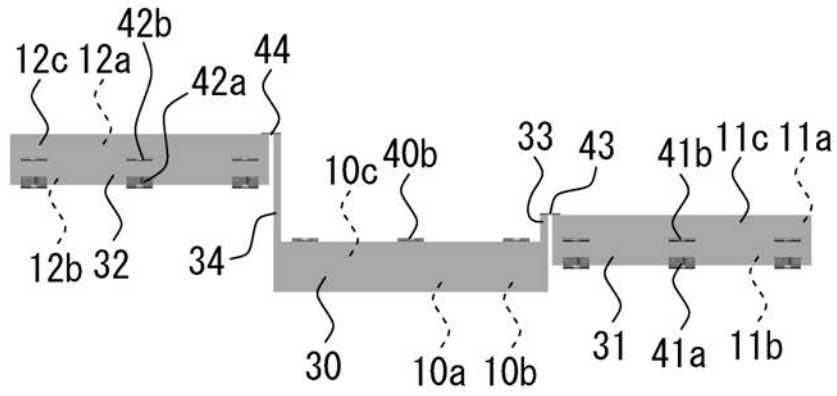
【 図 1 0 】



【 図 1 1 】



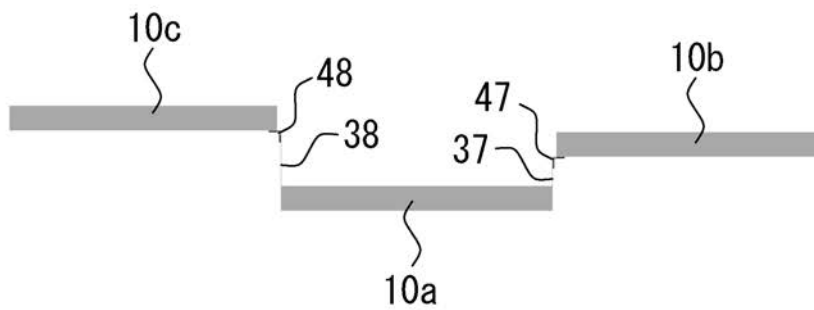
【 図 1 2 】



【 図 1 3 】

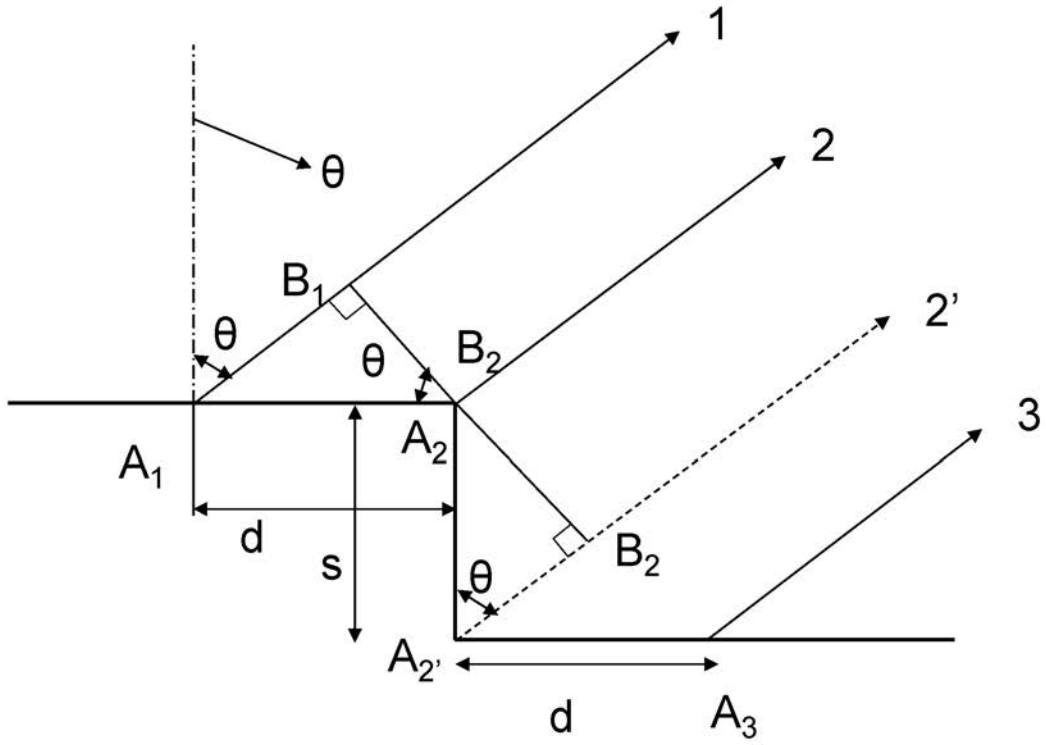


【 図 1 4 】

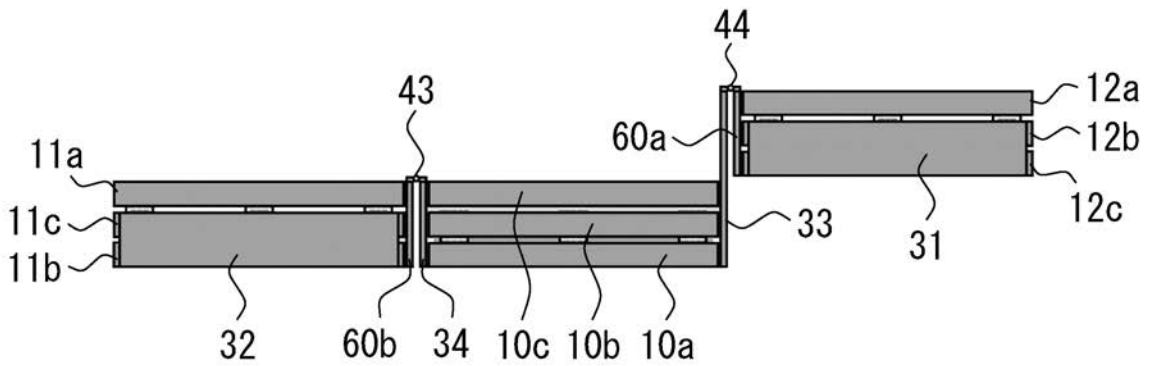




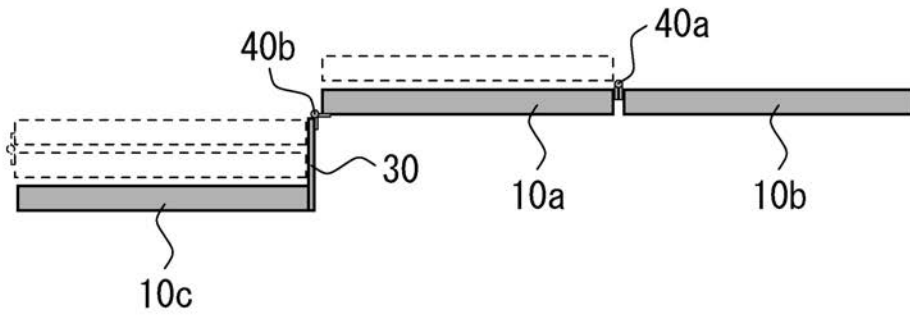
【 図 1 5 】



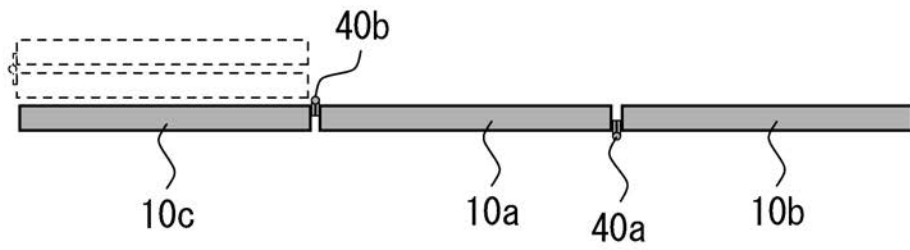
【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



【 図 1 9 】

