

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7629876号
(P7629876)

(45)発行日 令和7年2月14日(2025.2.14)

(24)登録日 令和7年2月5日(2025.2.5)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 Q 21/06 (2006.01)

H 0 1 Q 21/06

H 0 1 Q 13/10 (2006.01)

H 0 1 Q 13/10

請求項の数 55 (全68頁)

(21)出願番号	特願2021-577577(P2021-577577)	(73)特許権者	591072086
(86)(22)出願日	令和2年4月24日(2020.4.24)		パテル メモリアル インスティテュート
(65)公表番号	特表2022-536407(P2022-536407 A)		アメリカ合衆国 4 3 2 0 1 - 2 6 9 6
(43)公表日	令和4年8月15日(2022.8.15)		オハイオ州 コロンブス キング アベニ
(86)国際出願番号	PCT/US2020/029760	(74)代理人	ユー 5 0 5
(87)国際公開番号	WO2020/219837		100078282
(87)国際公開日	令和2年10月29日(2020.10.29)	(74)代理人	弁理士 山本 秀策
審査請求日	令和5年2月28日(2023.2.28)		100113413
(31)優先権主張番号	62/839,131	(72)発明者	弁理士 森下 夏樹
(32)優先日	平成31年4月26日(2019.4.26)		ウェルシュ, ラファエル ジョゼフ
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)	(72)発明者	アメリカ合衆国 オハイオ 4 3 2 0 1 ,
(31)優先権主張番号	62/839,125		コロンバス, キング アベニュー 5 0 5
(32)優先日	平成31年4月26日(2019.4.26)		ソーントン, ダグラス エー.
	最終頁に続く		アメリカ合衆国 オハイオ 4 3 2 0 1 ,
			コロンバス, キング アベニュー 5 0 5
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 拡張可能なモジュール式のネットワークノードとの信号通信のためのシステムおよび方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

無線周波数（RF）開口であって、
表側と、裏側とを有する、インターフェース基板と、
前記インターフェース基板の表側に配置された基部を有し、前記インターフェース基板の表側から離れるように延在する、導電性テーパー状突出部のアレイと、
前記インターフェース基板の裏側に配置され、前記インターフェース基板の表側における前記導電性テーパー状突出部のアレイと電氣的に接続される、RF回路網とを備え、
前記導電性テーパー状突出部のアレイの導電性テーパー状突出部は、直線的アレイ内に配列される、等しいサイズの導電性テーパー状突出部の第1のセットと、前記導電性テーパー状突出部の第1のセットの導電性テーパー状突出部間に配置される、導電性テーパー状突出部の第2のセットとを含み、前記導電性テーパー状突出部の第2のセットの導電性テーパー状突出部は、前記インターフェースプリント回路基板の表側に無作為に位置付けられる、RF開口。

【請求項2】

無線周波数（RF）開口であって、
表側と、裏側とを有する、インターフェース基板と、
前記インターフェース基板の表側に配置された基部を有し、前記インターフェース基板の表側から離れるように延在する、導電性テーパー状突出部のアレイと、
前記導電性テーパー状突出部間に配置される、誘電性充填材であって、前記誘電性充填材

の誘電率は、連続的または離散的に変動する、誘電性充填材と、

前記インターフェース基板の裏側に配置され、前記インターフェース基板の表側における前記導電性テーパー状突出部のアレイと電氣的に接続される、R F 回路網とを備える、R F 開口。

【請求項 3】

前記誘電性充填材の誘電率は、離散的に変動する、請求項 2 に記載の R F 開口。

【請求項 4】

前記誘電性充填材は、層が異なる誘電率を有する複数の層を備える、請求項 2 に記載の R F 開口。

【請求項 5】

前記誘電性充填材の誘電率は、連続的に変動する、請求項 2 に記載の R F 開口。

【請求項 6】

無線周波数（R F）開口であって、

表側と、裏側とを有する、インターフェース基板であって、前記インターフェース基板は、接地面を伴わない誘電性基板またはプリント回路基板（P C B）である、インターフェース基板と、

前記インターフェース基板の表側に配置された基部を有し、前記インターフェース基板の表側から離れるように延在する、ファセット化された導電性テーパー状突出部のアレイと、

前記インターフェース基板の裏側に配置され、ファセット化された導電性テーパー状突出部の近隣する対の近隣するファセットによって画定される、差動 R F 受信および／または伝送要素と電氣的に接続される、R F 回路網と

を備え、前記 R F 回路網は、前記インターフェース基板に対して垂直に配向される接地面を伴う垂直プリント回路基板（P C B）と、前記垂直 P C B 上に搭載される R F 構成要素とを備える、R F 開口。

【請求項 7】

前記ファセット化された導電性テーパー状突出部は、ねじ式開口部を有する基部を伴う、中実のファセット化された導電性テーパー状突出部であり、

前記 R F 開口はさらに、前記インターフェース基板内の開口部を通して通過し、前記中実のファセット化された導電性テーパー状突出部の基部のねじ式開口部の中に螺入され、前記中実のファセット化された導電性テーパー状突出部を前記インターフェース基板に固着させる、ねじ式締結具を備える、請求項 6 に記載の R F 開口。

【請求項 8】

各中実のファセット化された導電性テーパー状突出部は、その基部の中心に単一のねじ式開口部を有し、前記単一のねじ式開口部の中に螺入される単一のねじ式締結具によって前記インターフェース基板に固着され、

各中実のファセット化された導電性テーパー状突出部はさらに、前記インターフェース基板の対応する陥凹または突起と噛合する、少なくとも 1 つの突起または陥凹を有する、請求項 7 に記載の R F 開口。

【請求項 9】

前記インターフェース基板の中に噛合し、前記 R F 回路網と接続するタブを有する、導電性搭載部をさらに備え、各中実のファセット化された導電性テーパー状突出部が、対応する導電性搭載部上に配置され、前記導電性搭載部は、前記各中実のファセット化された導電性テーパー状突出部と前記インターフェース基板との間に刺し込まれる、請求項 7 に記載の R F 開口。

【請求項 10】

各中実のファセット化された導電性テーパー状突出部は、その基部の中心に単一のねじ式開口部を有し、前記対応する導電性搭載部の中心開口部を通して通過し、前記単一のねじ式開口部の中に螺入される単一のねじ式締結具によって前記インターフェース基板に固着され、

各中実のファセット化された導電性テーパー状突出部はさらに、前記インターフェース基

10

20

30

40

50

板の対応する陥凹または突起と噛合する、少なくとも1つの突起または陥凹を有する、請求項9に記載のRF開口。

【請求項11】

前記ファセット化された導電性テーパー状突出部は、中空の突出部の内側に配置される中心円筒支持部を伴う、中空のファセット化された導電性テーパー状突出部であり、前記中心円筒支持部は、ねじ式開口部を有し、

前記RF開口はさらに、前記インターフェース基板内の開口部を通して通過し、前記中空のファセット化された導電性テーパー状突出部の中心円筒支持部のねじ式開口部の中に螺入され、前記中空のファセット化された導電性テーパー状突出部を前記インターフェース基板に固着させる、ねじ式締結具を備える、請求項6に記載のRF開口。

10

【請求項12】

各ファセット化された導電性テーパー状突出部は、

テーパー状受器を有する、誘電性構造と、

前記誘電性構造のテーパー状受器の中に噛合する、導電性テーパー状プレートであって、前記導電性テーパー状プレートは、前記導電性テーパー状突出部のファセットを画定する、導電性テーパー状プレートと

を含む、請求項6に記載のRF開口。

【請求項13】

前記ファセット化された導電性テーパー状突出部の誘電性構造はさらに、ねじ式開口部を有する基部を含み、

20

前記RF開口はさらに、前記インターフェース基板内の開口部を通して通過し、前記ファセット化された導電性テーパー状突出部の誘電性構造のねじ式開口部の中に螺入され、前記ファセット化された導電性テーパー状突出部を前記インターフェース基板に固着させる、ねじ式締結具を備える、請求項12に記載のRF開口。

【請求項14】

各誘電性構造は、その基部の中心に単一のねじ式開口部を有し、前記ファセット化された導電性テーパー状突出部は、個別の誘電性構造の単一のねじ式開口部の中に螺入されるねじ式締結具によって前記インターフェース基板に固着され、

各誘電性構造はさらに、前記インターフェース基板の対応する陥凹または突起と噛合する、少なくとも1つの突起または陥凹を有する、請求項13に記載のRF開口。

30

【請求項15】

各導電性テーパー状プレートはさらに、前記インターフェース基板の中に噛合し、前記RF回路網と接続する、タブを有する、請求項13-14のいずれか1項に記載のRF開口。

【請求項16】

各ファセット化された導電性テーパー状突出部は、頂点または頂点ファセットと接触する前記ファセット化された導電性テーパー状突出部のファセットを備える、金属シートからの単一ピース型カットアウトを備え、前記単一ピース型カットアウトのファセットは、前記頂点または頂点ファセットとのそれらの接合部において折曲され、前記ファセット化された導電性テーパー状突出部を画定する、請求項6に記載のRF開口。

【請求項17】

40

各ファセットはさらに、前記インターフェース基板の中に噛合し、前記RF回路網と接続する、前記頂点または頂点ファセットとのその接合部から遠位のタブを含む、請求項16に記載のRF開口。

【請求項18】

前記単一ピース型カットアウトは、前記頂点ファセットと接触する、前記ファセットを備える、請求項16-17のいずれか1項に記載のRF開口。

【請求項19】

テーパー状突出部形状の陥凹を有する、レードームをさらに備え、

前記ファセット化された導電性テーパー状突出部は、前記レードームのテーパー状突出部形状の陥凹内に配置される、請求項6に記載のRF開口。

50

【請求項 20】

前記ファセット化された導電性テーパ状突出部は、前記テーパ状突出部形状の陥凹に打抜された金属のシートを備える、請求項 19 に記載の R F 開口。

【請求項 21】

前記ファセット化された導電性テーパ状突出部は、4 重回転対称性を伴う四角錐である、請求項 6 - 20 のいずれか 1 項に記載の R F 開口。

【請求項 22】

各ファセット化された導電性テーパ状突出部はさらに、前記四角錐の 4 つの辺が相互に接触する、正方形頂点ファセットを含む、請求項 21 に記載の R F 開口。

【請求項 23】

前記ファセット化された導電性テーパ状突出部は、

2 重回転対称性を伴う四角錐、

6 重回転対称性を伴う 6 面六角錐、または

3 重回転対称性を伴う三角錐

のうちの 1 つである、請求項 6 - 20 のいずれか 1 項に記載の R F 開口。

【請求項 24】

ある R F 波長において動作するように構成され、

前記 R F 開口はさらに、前記 R F 波長を上回る高さを有する、スタンドオフを備え、前記ファセット化された導電性テーパ状突出部は、個別のスタンドオフ上に搭載される、請求項 6 - 23 のいずれか 1 項に記載の R F 開口。

【請求項 25】

前記垂直 P C B の縁は、前記インターフェース基板に固着され、

前記 R F 開口はさらに、前記インターフェース基板と平行に配向される、第 2 の支持基板を備え、前記垂直 P C B は、前記インターフェース基板と前記第 2 の支持基板との間に配置され、前記インターフェース基板から遠位の前記垂直 P C B の縁は、前記第 2 の支持基板に固着される、請求項 6 に記載の R F 開口。

【請求項 26】

前記垂直 P C B は、相互に平行である、垂直 P C B の第 1 のセットを含む、請求項 6 または 25 のいずれか 1 項に記載の R F 開口。

【請求項 27】

前記垂直 P C B はさらに、相互に平行である、垂直 P C B の第 2 のセットを含む、請求項 26 に記載の R F 開口。

【請求項 28】

前記垂直 P C B の第 1 および第 2 のセットの垂直 P C B は、スロットを含み、前記スロットを介して前記垂直 P C B の第 1 および第 2 のセットは、ともに噛合し、その全てが前記インターフェース基板に対して垂直である垂直 P C B の 2 次元グリッドを形成する、請求項 27 に記載の R F 開口。

【請求項 29】

5 面筐体またはエンクロージャをさらに備え、

前記インターフェース基板は、前記 5 面筐体またはエンクロージャの一側であり、前記垂直 P C B の縁は、前記 5 面筐体の内側に固着される、請求項 6 または 25 - 28 のいずれか 1 項に記載の R F 開口。

【請求項 30】

前記 5 面エンクロージャまたは筐体の裏側に配置される、背面支持部またはカバーと、前記ファセット化された導電性テーパ状突出部のアレイにわたって配置される、レドームと

をさらに備える、請求項 29 に記載の R F 開口。

【請求項 31】

前記 R F 回路網は、1 つ以上の信号チェーンを含み、それぞれは、受信信号チェーンと、

10

20

30

40

50

伝送信号チェーンと、

前記受信信号チェーンおよび前記伝送信号チェーンに結合される、スイッチ、デュプレクサ、またはサーキュレータと、

前記スイッチ、デュプレクサ、またはサーキュレータを差動 R F 受信および／または伝送要素に結合する、1 つ以上のバランと

を備える、請求項 6-30 のいずれか 1 項に記載の R F 開口。

【請求項 32】

前記受信信号チェーンは、低ノイズ増幅器を含み、

前記伝送信号チェーンは、電力増幅器を含む、請求項 31 に記載の R F 開口。

【請求項 33】

前記 1 つ以上の信号チェーンは、

差動 R F 受信および／または伝送要素の行を駆動する、行信号チェーンと、

差動 R F 受信および／または伝送要素の列を駆動する、列信号チェーンと

を含む、請求項 31-32 のいずれか 1 項に記載の R F 開口。

【請求項 34】

前記 R F 回路網は、1 つ以上の差動信号チェーンを含み、それぞれは、

差動受信信号チェーンと、

差動伝送信号チェーンと、

受信信号チェーンおよび伝送信号チェーンに結合される、スイッチ、デュプレクサ、またはサーキュレータと

を備え、

前記スイッチ、デュプレクサ、またはサーキュレータは、介在バランを伴わない 1 つ以上の差動 R F 受信および／または伝送要素に結合される、請求項 6-30 のいずれか 1 項に記載の R F 開口。

【請求項 35】

前記差動受信信号チェーンは、低ノイズ増幅器を含み、

前記差動伝送信号チェーンは、電力増幅器を含む、請求項 34 に記載の R F 開口。

【請求項 36】

前記 1 つ以上の差動信号チェーンは、

差動 R F 受信および／または伝送要素の行を駆動する、行差動信号チェーンと、

差動 R F 受信および／または伝送要素の列を駆動する、列差動信号チェーンと

を含む、請求項 34-35 のいずれか 1 項に記載の R F 開口。

【請求項 37】

無線周波数 (R F) 開口であって、

表側と、裏側とを有する、インターフェース基板と、

前記インターフェース基板の表側に配置された基部を有し、前記インターフェース基板の表側から離れるように延在する、中実の導電性テーパー状突出部のアレイであって、前記基部は、ねじ式開口部を有する、中実の導電性テーパー状突出部のアレイと、

前記インターフェース基板内の開口部を通して通過し、前記中実の導電性テーパー状突出部の基部のねじ式開口部の中に螺入され、前記中実の導電性テーパー状突出部を前記インターフェース基板に固着させる、ねじ式締結具と、

前記インターフェース基板の裏側に配置され、前記中実の導電性テーパー状突出部の近隣する対によって画定される差動 R F 受信および／または伝送要素と電気的に接続される、R F 回路網と

を備える、R F 開口。

【請求項 38】

各中実の導電性テーパー状突出部は、その基部の中心に単一のねじ式開口部を有し、前記単一のねじ式開口部の中に螺入される単一のねじ式締結具によって前記インターフェース基板に固着され、

各中実の導電性テーパー状突出部はさらに、前記インターフェース基板の対応する陥凹ま

10

20

30

40

50

たは突起と噛合する、少なくとも1つの突起または陥凹を有する、請求項37に記載のRF開口。

【請求項39】

前記インターフェース基板の中に噛合し、前記RF回路網と接続するタブを有する、導電性搭載部をさらに備え、各中実の導電性テーパー状突出部が、対応する導電性搭載部上に配置され、前記導電性搭載部は、前記各中実の導電性テーパー状突出部と前記インターフェース基板との間に刺し込まれる、請求項37に記載のRF開口。

【請求項40】

各中実の導電性テーパー状突出部は、その基部の中心に単一のねじ式開口部を有し、前記対応する導電性搭載部の中心開口部を通して通過し、前記単一のねじ式開口部の中に螺入される単一のねじ式締結具によって前記インターフェース基板に固着され、

各中実の導電性テーパー状突出部はさらに、前記インターフェース基板の対応する陥凹または突起と噛合する、少なくとも1つの突起または陥凹を有する、請求項39に記載のRF開口。

【請求項41】

無線周波数(RF)開口であって、

表側と、裏側とを有する、インターフェース基板と、

前記インターフェース基板の表側に配置された基部を有し、前記インターフェース基板の表側から離れるように延在する、中空の導電性テーパー状突出部のアレイであって、前記中空の導電性テーパー状突出部は、前記中空の突出部の内側に配置される中心円筒支持部を有し、前記中心円筒支持部は、ねじ式開口部を有する、中空の導電性テーパー状突出部のアレイと、

前記インターフェース基板内の開口部を通して通過し、前記中空の導電性テーパー状突出部の中心円筒支持部のねじ式開口部の中に螺入され、前記中空の導電性テーパー状突出部を前記インターフェース基板に固着させる、ねじ式締結具と、

前記インターフェース基板の裏側に配置され、前記中空の導電性テーパー状突出部の近隣する対によって画定される、差動RF受信および／または伝送要素と電気的に接続される、RF回路網と

を備える、RF開口。

【請求項42】

無線周波数(RF)開口であって、

表側と、裏側とを有する、インターフェース基板と、

前記インターフェース基板の表側に配置された基部を有し、前記インターフェース基板の表側から離れるように延在する、導電性テーパー状突出部のアレイであって、各導電性テーパー状突出部は、

テーパー状受器を有する、誘電性構造と、

前記誘電性構造のテーパー状受器の中に噛合する導電性テーパー状プレートであって、前記導電性テーパー状プレートは、前記導電性テーパー状突出部のファセットを画定する、導電性テーパー状プレートと

を含む、導電性テーパー状突出部のアレイと、

前記インターフェース基板の裏側に配置され、前記導電性テーパー状突出部の近隣する対によって画定される差動RF受信および／または伝送要素と電気的に接続される、RF回路網と

を備える、RF開口。

【請求項43】

前記導電性テーパー状突出部の誘電性構造はさらに、ねじ式開口部を有する基部を含み、

前記RF開口はさらに、前記インターフェース基板内の開口部を通して通過し、前記導電性テーパー状突出部の誘電性構造のねじ式開口部の中に螺入され、前記導電性テーパー状突出部を前記インターフェース基板に固着させる、ねじ式締結具を備える、請求項42に記載のRF開口。

【請求項 4 4】

各誘電性構造は、その基部の中心に単一のねじ式開口部を有し、前記導電性テーパー状突出部は、個別の誘電性構造の単一のねじ式開口部の中に螺入されるねじ式締結具によって前記インターフェース基板に固着され、

各誘電性構造はさらに、前記インターフェース基板の対応する陥凹または突起と噛合する、少なくとも 1 つの突起または陥凹を有する、請求項 4 3 に記載の R F 開口。

【請求項 4 5】

各導電性テーパー状プレートはさらに、前記インターフェース基板の中に噛合し、前記 R F 回路網と接続する、タブを有する、請求項 4 3 - 4 4 のいずれか 1 項に記載の R F 開口。

【請求項 4 6】

無線周波数（R F）開口であって、

表側と、裏側とを有する、インターフェース基板と、

前記インターフェース基板の表側に配置された基部を有し、前記インターフェース基板の表側から離れるように延在する、導電性テーパー状突出部のアレイと、

前記インターフェース基板の裏側に配置され、前記導電性テーパー状突出部の近隣する対によって画定される差動 R F 受信および／または伝送要素と電気的に接続される、R F 回路網と、

テーパー状突出部形状の陥凹を有する、レードームと

を備え、

前記導電性テーパー状突出部は、前記レードームのテーパー状突出部形状の陥凹内に配置される、R F 開口。

【請求項 4 7】

前記導電性テーパー状突出部は、前記テーパー状突出部形状の陥凹に打抜されたシート金属を備える、請求項 4 6 に記載の R F 開口。

【請求項 4 8】

ある R F 波長において動作するように構成される無線周波数（R F）開口であって、前記 R F 開口は、

表側と、裏側とを有する、インターフェース基板と、

前記インターフェース基板の表側に配置された基部を有し、前記インターフェース基板の表側から離れるように延在する、導電性テーパー状突出部のアレイと、

前記インターフェース基板の裏側に配置され、前記導電性テーパー状突出部の近隣する対によって画定される差動 R F 受信および／または伝送要素と電気的に接続される、R F 回路網と、

前記 R F 波長を上回る高さを有する、スタンドオフであって、前記ファセット化された導電性テーパー状突出部は、個別のスタンドオフ上に搭載される、スタンドオフと

を備える、R F 開口。

【請求項 4 9】

無線周波数（R F）開口であって、

表側と、裏側とを有する、インターフェース基板であって、前記インターフェース基板は、接地面を伴わない誘電性基板またはプリント回路基板（P C B）である、インターフェース基板と、

前記インターフェース基板の表側に配置された基部を有し、前記インターフェース基板の表側から離れるように延在する、導電性テーパー状突出部のアレイと、

前記インターフェース基板の裏側に配置され、前記導電性テーパー状突出部の近隣する対によって画定される差動 R F 受信および／または伝送要素と電気的に接続される、R F 回路網であって、前記 R F 回路網は、

前記インターフェース基板に対して垂直に配向される接地面を伴う、P C B と、

前記垂直 P C B 上に搭載される、R F 構成要素と

を備える、R F 回路網と

を備える、R F 開口。

10

20

30

40

50

【請求項 50】

前記垂直 P C B の縁は、前記インターフェース基板に固着され、

前記 R F 開口はさらに、前記インターフェース基板と平行に配向される、第 2 の支持基板を備え、前記垂直 P C B は、前記インターフェース基板と前記第 2 の支持基板との間に配置され、前記インターフェース基板から遠位の前記垂直 P C B の縁は、前記第 2 の支持基板に固着される、請求項 49 に記載の R F 開口。

【請求項 51】

前記垂直 P C B は、相互に平行である、垂直 P C B の第 1 のセットを含む、請求項 49 - 50 のいずれか 1 項に記載の R F 開口。

【請求項 52】

前記垂直 P C B はさらに、相互に平行である、垂直 P C B の第 2 のセットを含む、請求項 51 に記載の R F 開口。

【請求項 53】

前記垂直 P C B の第 1 および第 2 のセットの垂直 P C B は、カットアウトを含み、前記カットアウトを介して前記垂直 P C B の第 1 および第 2 のセットは、ともに噛合し、その全てが前記インターフェース基板に対して垂直である垂直 P C B の 2 次元グリッドを形成する、請求項 52 に記載の R F 開口。

【請求項 54】

5 面筐体またはエンクロージャをさらに備え、

前記インターフェース基板は、前記 5 面筐体またはエンクロージャの一側であり、前記垂直 P C B の縁は、前記 5 面筐体の内側に固着される、請求項 49 - 53 のいずれか 1 項に記載の R F 開口。

【請求項 55】

前記 5 面エンクロージャまたは筐体の裏側に配置される、背面支持部またはカバーと、

前記導電性テーパー状突出部のアレイにわたって配置される、レードームと

をさらに備える、請求項 54 に記載の R F 開口。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

本願は、2019年5月3日に出願され、「SYSTEMS AND METHODS FOR SIGNAL COMMUNICATION WITH SCALABLE, MODULAR NETWORK NODES」と題された、米国仮出願第62/842,816号の利益を主張し、2019年4月26日に出願され、「SYSTEMS AND METHODS FOR SIGNAL COMMUNICATION WITH SCALABLE, MODULAR NETWORK NODES」と題された、米国仮出願第62/839,131号の利益を主張し、2019年4月26日に出願され、「SYSTEMS AND METHODS FOR SIGNAL COMMUNICATION WITH SCALABLE, MODULAR NETWORK NODES」と題された、米国仮出願第62/839,125号の利益を主張する。2019年5月3日に出願された米国仮出願第62/842,816号は、参照することによってその全体として本明細書に組み込まれる。2019年4月26日に出願された、米国仮出願第62/839,131号は、参照することによってその全体として本明細書に組み込まれる。2019年4月26日に出願された、米国仮出願第62/839,125号は、参照することによってその全体として本明細書に組み込まれる。

【0002】

(背景)

以下は、無線周波数(RF)技術分野、RF伝送機技術分野、RF受信機技術分野、RF送受信機技術分野、ブロードバンドRF伝送機、受信機、および/または送受信機技術分野、RF通信技術分野、ならびに関連する技術分野に関する。

【0003】

「Electromagnetic Radiation Interface System and Method」と題された、Steinbrecherの米国特許第7,420,522号は、ブロードバンドRF開口を以下のように開示している。「電波周波数との併用のために好適である電磁放射インターフェースが、提供される。表面は、複数の金属の円錐形剛毛体を具備する。対応する複数の終端区分が、各剛毛体が終端区分に伴って終端されるように提供される。終端区分は、各個別の剛毛体によって受容された実質的に全ての電磁波エネルギーを捕捉し、それによって、インターフェースの表面からの反射の防止するために電気抵抗を備えてもよい。各終端区分はまた、各剛毛体からのエネルギーをデジタルワードに転換するためのアナログ／デジタルコンバータを備えてもよい。剛毛体は、それを通して複数の孔を有する接地面上に搭載されてもよい。複数の同軸伝送ラインが、複数の剛毛体を複数の終端区分に相互接続するために接地面を通して延在してもよい。」

10

いくつかの改良が、本明細書に開示される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】米国特許第7,420,522号公報

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0005】

20

（簡単な要約）

本明細書に開示されるいくつかの例証的实施形態によると、無線周波数（RF）開口は、表側と、裏側とを有する、インターフェース基板と、インターフェース基板の表側に配置された基部を有し、インターフェース基板の表側から離れるように延在する、導電性テーパー状突出部のアレイであって、導電性テーパー状突出部は、中空であり、1つ以上の電子構成要素が、中空の導電性テーパー状突出部の内側に配置される、導電性テーパー状突出部のアレイと、インターフェース基板の裏側に配置され、インターフェース基板の表側における導電性テーパー状突出部のアレイと電氣的に接続される、RF回路網とを備える。

【0006】

本明細書に開示されるいくつかの例証的实施形態によると、RF開口は、表側と、裏側とを有する、インターフェース基板と、インターフェース基板の表側に配置された基部を有し、インターフェース基板の表側から離れるように延在する、導電性テーパー状突出部のアレイと、インターフェース基板の裏側に配置され、インターフェース基板の表側における導電性テーパー状突出部のアレイと電氣的に接続される、RF回路網とを備える。導電性テーパー状突出部のアレイの導電性テーパー状突出部は、直線的アレイ内に配列される、等しいサイズの導電性テーパー状突出部の第1のセットと、導電性テーパー状突出部の第1のセットの導電性テーパー状突出部間に配置される、導電性テーパー状突出部の第2のセットとを含む。

30

【0007】

本明細書に開示されるいくつかの例証的实施形態によると、RF開口は、表側と、裏側とを有する、インターフェース基板と、インターフェース基板の表側に配置された基部を有し、インターフェース基板の表側から離れるように延在する、導電性テーパー状突出部のアレイと、導電性テーパー状突出部間に配置される、誘電性充填材と、インターフェース基板の裏側に配置され、インターフェース基板の表側における導電性テーパー状突出部のアレイと電氣的に接続される、RF回路網とを備える。

40

【0008】

本明細書に開示されるいくつかの例証的实施形態によると、RF開口は、表側と、裏側とを有する、インターフェース基板と、インターフェース基板の表側に配置された基部を有し、インターフェース基板の表側から離れるように延在する、ファセット化された導電性テーパー状突出部のアレイと、インターフェース基板の裏側に配置され、ファセット化さ

50

れた導電性テーパ状突出部の近隣する対の近隣するファセットによって画定される、差動 R F 受信および／または伝送要素を備える、開口ピクセルと電氣的に接続される、R F 回路網とを備える。

【0009】

本明細書に開示されるいくつかの例証的实施形態によると、R F 開口は、表側と、裏側とを有する、インターフェース基板と、インターフェース基板の表側に配置された基部を有し、インターフェース基板の表側から離れるように延在する、中実の導電性テーパ状突出部のアレイであって、基部は、ねじ式開口部を有する、中実の導電性テーパ状突出部のアレイと、インターフェース基板内の開口部を通して通過し、中実の導電性テーパ状突出部の基部のねじ式開口部の中に螺入され、中実の導電性テーパ状突出部をインターフェース基板に固着させる、ねじ式締結具と、インターフェース基板の裏側に配置され、中実の導電性テーパ状突出部の近隣する対によって画定される差動 R F 受信および／または伝送要素を備える開口ピクセルと電氣的に接続される、R F 回路網とを備える。

10

【0010】

本明細書に開示されるいくつかの例証的实施形態によると、R F 開口は、表側と、裏側とを有する、インターフェース基板と、インターフェース基板の表側に配置された基部を有し、インターフェース基板の表側から離れるように延在する、中空の導電性テーパ状突出部のアレイであって、中空の導電性テーパ状突出部は、中空突出部の内側に配置される中心円筒支持部を有し、中心円筒支持部は、ねじ式開口部を有する、中空の導電性テーパ状突出部のアレイと、インターフェース基板内の開口部を通して通過し、中空の導電性テーパ状突出部の中心円筒支持部のねじ式開口部の中に螺入され、中空の導電性テーパ状突出部をインターフェース基板に固着させる、ねじ式締結具と、インターフェース基板の裏側に配置され、中空の導電性テーパ状突出部の近隣する対によって画定される、差動 R F 受信および／または伝送要素を備える開口ピクセルと電氣的に接続される、R F 回路網とを備える。

20

【0011】

本明細書に開示されるいくつかの例証的实施形態によると、R F 開口は、表側と、裏側とを有する、インターフェース基板と、インターフェース基板の表側に配置された基部を有し、インターフェース基板の表側から離れるように延在する、導電性テーパ状突出部のアレイであって、導電性テーパ状突出部は、中空の突出部の内側に配置される、中心円筒支持部を有する、導電性テーパ状突出部のアレイと、インターフェース基板の裏側に配置され、導電性テーパ状突出部の近隣する対によって画定される差動 R F 受信および／または伝送要素を備える開口ピクセルと電氣的に接続される、R F 回路網とを備える。各導電性テーパ状突出部は、テーパ状受器を有する、誘電性構造と、誘電性構造のテーパ状受器の中に噛合する導電性テーパ状プレートであって、導電性テーパ状突出部のファセットを画定する、導電性テーパ状プレートとを含む。

30

【0012】

本明細書に開示されるいくつかの例証的实施形態によると、R F 開口は、表側と、裏側とを有する、インターフェース基板と、インターフェース基板の表側に配置された基部を有し、インターフェース基板の表側から離れるように延在する、導電性テーパ状突出部のアレイであって、導電性テーパ状突出部は、中空突出部の内側に配置される、中央円筒支持体を有する、導電性テーパ状突出部のアレイと、インターフェース基板の裏側に配置され、導電性テーパ状突出部の近隣する対によって画定される差動 R F 受信および／または伝送要素を備える開口ピクセルと電氣的に接続される、R F 回路網と、テーパ状突出部形状の陥凹を有する、レードームとを備える。導電性テーパ状突出部は、レードームのテーパ状突出部形状の陥凹内に配置され、テーパ状突出部形状の陥凹に打抜されたシート金属を備え得る。

40

【0013】

本明細書に開示されるいくつかの例証的实施形態によると、R F 開口は、以下を含む。

【0014】

50

本明細書に開示されるいくつかの例証的实施形態によると、あるRF波長において動作するように構成されるRF開口は、表側と、裏側とを有する、インターフェース基板と、インターフェース基板の表側に配置された基部を有し、インターフェース基板の表側から離れるように延在する、導電性テーパー状突出部のアレイと、インターフェース基板の裏側に配置され、導電性テーパー状突出部の近隣する対によって画定される差動RF受信および／または伝送要素を備える開口ピクセルと電氣的に接続される、RF回路網と、RF波長を上回る高さを有する、スタンドオフであって、ファセット化された導電性テーパー状突出部は、個別のスタンドオフ上に搭載される、スタンドオフを備える。

【0015】

本明細書に開示されるいくつかの例証的实施形態によると、RF開口は、表側と、裏側とを有する、インターフェース基板であって、接地面を伴わない誘電性基板またはプリント回路基板（PCB）である、インターフェース基板と、インターフェース基板の表側に配置された基部を有し、インターフェース基板の表側から離れるように延在する、導電性テーパー状突出部のアレイと、インターフェース基板の裏側に配置され、導電性テーパー状突出部の近隣する対によって画定される差動RF受信および／または伝送要素を備える開口ピクセルと電氣的に接続される、RF回路網とを備える。RF回路網は、インターフェース基板に対して垂直に配向される接地面を伴う、PCBと、垂直PCB上に搭載される、RF構成要素とを備える。

10

【0016】

本明細書に開示されるいくつかの例証的实施形態によると、RF開口は、以下を備える。

20

【0017】

本明細書に開示されるいくつかの例証的实施形態によると、RF開口は、以下を備える。

【0018】

本明細書に開示されるいくつかの例証的实施形態によると、RF開口は、以下を備える。本明細書は、例えば、以下の項目も提供する。

（項目1）

無線周波数（RF）開口であって、表側と、裏側とを有する、インターフェース基板と、前記インターフェース基板の表側に配置された基部を有し、前記インターフェース基板の表側から離れるように延在する、導電性テーパー状突出部のアレイであって、前記導電性テーパー状突出部は、中空であり、1つ以上の電子構成要素が、前記中空の導電性テーパー状突出部の内側に配置される、導電性テーパー状突出部のアレイと、前記インターフェース基板の裏側に配置され、前記インターフェース基板の表側における前記導電性テーパー状突出部のアレイと電氣的に接続される、RF回路網とを備える、RF開口。

30

（項目2）

前記インターフェース基板は、インターフェースプリント回路基板であり、前記中空の導電性テーパー状突出部の内側に配置される前記1つ以上の電子構成要素は、前記インターフェースプリント回路基板の表側に搭載され、前記インターフェースプリント回路基板を通して通過する電気フィードスルーによって、前記インターフェースプリント回路基板の裏側と電氣的に接続される、項目1に記載のRF開口。

40

（項目3）

前記中空の導電性テーパー状突出部の内側に配置され、前記インターフェースプリント回路基板の表側に搭載される、前記1つ以上の電子構成要素は、前記インターフェースプリント回路基板の表側内の陥凹または孔内に配置される、項目2に記載のRF開口。

（項目4）

無線周波数（RF）開口であって、表側と、裏側とを有する、インターフェース基板と、前記インターフェース基板の表側に配置された基部を有し、前記インターフェース基板の表側から離れるように延在する、導電性テーパー状突出部のアレイと、

50

前記インターフェース基板の裏側に配置され、前記インターフェース基板の表側における前記導電性テーパー状突出部のアレイと電氣的に接続される、RF回路網と

を備え、

前記導電性テーパー状突出部のアレイの導電性テーパー状突出部は、直線的アレイ内に配列される、等しいサイズの導電性テーパー状突出部の第1のセットと、前記導電性テーパー状突出部の第1のセットの導電性テーパー状突出部間に配置される、導電性テーパー状突出部の第2のセットとを含む、RF開口。

(項目5)

前記導電性テーパー状突出部のアレイの導電性テーパー状突出部は、直線的アレイ内に配列され、前記インターフェースプリント回路基板の表側に無作為に位置付けられる、項目4に記載のRF開口。

10

(項目6)

無線周波数(RF)開口であって、

表側と、裏側とを有する、インターフェース基板と、

前記インターフェース基板の表側に配置された基部を有し、前記インターフェース基板の表側から離れるように延在する、導電性テーパー状突出部のアレイと、

前記導電性テーパー状突出部間に配置される、誘電性充填材と、

前記インターフェース基板の裏側に配置され、前記インターフェース基板の表側における前記導電性テーパー状突出部のアレイと電氣的に接続される、RF回路網と

を備える、RF開口。

20

(項目7)

前記誘電性充填材は、ステップ格付けされた誘電率を有する、項目6に記載のRF開口。

(項目8)

前記誘電性充填材は、層が異なる誘電率を有する複数の層を備える、項目6に記載のRF開口。

(項目9)

前記誘電性充填材は、格付けされた誘電率を有する、項目6に記載のRF開口。

(項目10)

無線周波数(RF)開口であって、

表側と、裏側とを有する、インターフェース基板と、

前記インターフェース基板の表側に配置された基部を有し、前記インターフェース基板の表側から離れるように延在する、ファセット化された導電性テーパー状突出部のアレイと、

前記インターフェース基板の裏側に配置され、ファセット化された導電性テーパー状突出部の近隣する対の近隣するファセットによって画定される、差動RF受信および／または伝送要素を備える、開口ピクセルと電氣的に接続される、RF回路網と

を備える、RF開口。

30

(項目11)

前記ファセット化された導電性テーパー状突出部は、ねじ式開口部を有する基部を伴う、中実のファセット化された導電性テーパー状突出部であり、

前記RF開口はさらに、前記インターフェース基板内の開口部を通して通過し、前記中実のファセット化された導電性テーパー状突出部の基部のねじ式開口部の中に螺入され、前記中実のファセット化された導電性テーパー状突出部を前記インターフェース基板に固着させる、ねじ式締結具を備える、項目10に記載のRF開口。

40

(項目12)

各中実のファセット化された導電性テーパー状突出部は、その基部の中心に単一のねじ式開口部を有し、前記単一のねじ式開口部の中に螺入される単一のねじ式締結具によって前記インターフェース基板に固着され、

各中実のファセット化された導電性テーパー状突出部はさらに、前記インターフェース基板の対応する陥凹または突起と噛合する、少なくとも1つの突起または陥凹を有する、項目11に記載のRF開口。

50

(項目 1 3)

前記インターフェース基板の中に噛合し、前記 R F 回路網と接続するタブを有する、導電性搭載部をさらに備え、各中実のファセット化された導電性テーパ状突出部が、対応する導電性搭載部上に配置され、前記導電性搭載部は、前記各中実のファセット化された導電性テーパ状突出部と前記インターフェース基板との間に刺し込まれる、項目 1 1 に記載の R F 開口。

(項目 1 4)

各中実のファセット化された導電性テーパ状突出部は、その基部の中心に単一のねじ式開口部を有し、前記対応する導電性搭載部の中心開口部を通して通過し、前記単一のねじ式開口部の中に螺入される単一のねじ式締結具によって前記インターフェース基板に固着され、

10

各中実のファセット化された導電性テーパ状突出部はさらに、前記インターフェース基板の対応する陥凹または突起と噛合する、少なくとも 1 つの突起または陥凹を有する、項目 1 3 に記載の R F 開口。

(項目 1 5)

前記ファセット化された導電性テーパ状突出部は、中空突出部の内側に配置される中心円筒支持部を伴う、中空のファセット化された導電性テーパ状突出部であり、前記中心円筒支持部は、ねじ式開口部を有し、

前記 R F 開口はさらに、前記インターフェース基板内の開口部を通して通過し、前記中空のファセット化された導電性テーパ状突出部の中心円筒支持部のねじ式開口部の中に螺入され、前記中空のファセット化された導電性テーパ状突出部を前記インターフェース基板に固着させる、ねじ式締結具を備える、項目 1 0 に記載の R F 開口。

20

(項目 1 6)

各ファセット化された導電性テーパ状突出部は、

テーパ状受器を有する、誘電性構造と、

前記誘電性構造のテーパ状受器の中に噛合する、導電性テーパ状プレートであって、前記導電性テーパ状プレートは、前記導電性テーパ状突出部のファセットを画定する、導電性テーパ状プレートと

を含む、項目 1 0 に記載の R F 開口。

(項目 1 7)

前記ファセット化された導電性テーパ状突出部の誘電性構造はさらに、ねじ式開口部を有する基部を含み、

30

前記 R F 開口はさらに、前記インターフェース基板内の開口部を通して通過し、前記ファセット化された導電性テーパ状突出部の誘電性構造のねじ式開口部の中に螺入され、前記ファセット化された導電性テーパ状突出部を前記インターフェース基板に固着させる、ねじ式締結具を備える、項目 1 6 に記載の R F 開口。

(項目 1 8)

各誘電性構造は、その基部の中心に単一のねじ式開口部を有し、前記ファセット化された導電性テーパ状突出部は、個別の誘電性構造の単一のねじ式開口部の中に螺入されるねじ式締結具によって前記インターフェース基板に固着され、

40

各誘電性構造はさらに、前記インターフェース基板の対応する陥凹または突起と噛合する、少なくとも 1 つの突起または陥凹を有する、項目 1 7 に記載の R F 開口。

(項目 1 9)

各導電性テーパ状プレートはさらに、前記インターフェース基板の中に噛合し、前記 R F 回路網と接続する、タブを有する、項目 1 7 - 1 8 のいずれか 1 項に記載の R F 開口。

(項目 2 0)

各ファセット化された導電性テーパ状突出部は、頂点または頂点ファセットにおいて衝合する前記ファセット化された導電性テーパ状突出部のファセットを備える、金属シートからの単一ピース型カットアウトを備え、前記単一ピース型カットアウトのファセットは、前記頂点または頂点ファセットとのそれらの接合部において折曲され、前記ファセット

50

化された導電性テーパ状突出部を画定する、項目 10 に記載の RF 開口。

(項目 21)

各ファセットはさらに、前記インターフェース基板の中に噛合し、前記 RF 回路網と接続する、前記頂点または頂点ファセットとのその接合部から遠位のタブを含む、項目 20 に記載の RF 開口。

(項目 22)

前記単一ピース型カットアウトは、前記頂点ファセットにおいて衝合する、前記ファセットを備える、項目 20-21 のいずれか 1 項に記載の RF 開口。

(項目 23)

テーパ状突出部形状の陥凹を有する、レドームをさらに備え、
前記ファセット化された導電性テーパ状突出部は、前記レドームのテーパ状突出部形状の陥凹内に配置される、項目 10 に記載の RF 開口。

(項目 24)

前記ファセット化された導電性テーパ状突出部は、前記テーパ状突出部形状の陥凹に打抜された金属のシートを備える、項目 23 に記載の RF 開口。

(項目 25)

前記ファセット化された導電性テーパ状突出部は、4 重回転対称性を伴う四角錐である、項目 10-24 のいずれか 1 項に記載の RF 開口。

(項目 26)

各ファセット化された導電性テーパ状突出部はさらに、前記四角錐の 4 つの辺が衝合する、正方形頂点ファセットを含む、項目 25 に記載の RF 開口。

(項目 27)

前記ファセット化された導電性テーパ状突出部は、
2 重回転対称性を伴う四角錐、
6 重回転対称性を伴う 6 面六角錐、または
3 重回転対称性を伴う三角錐
のうちの 1 つである、項目 10-24 のいずれか 1 項に記載の RF 開口。

(項目 28)

ある RF 波長において動作するように構成され、
前記 RF 開口はさらに、前記 RF 波長を上回る高さを有する、スタンドオフを備え、前記ファセット化された導電性テーパ状突出部は、個別のスタンドオフ上に搭載される、項目 10-27 のいずれか 1 項に記載の RF 開口。

(項目 29)

前記 RF 回路網は、
前記インターフェース基板に対して垂直に配向される接地面を伴う、垂直プリント回路基板 (PCB) と、
前記垂直 PCB 上に搭載される、RF 構成要素と
を備え、
前記インターフェース基板は、接地面を伴わない誘電性基板または PCB である、項目 10-27 のいずれか 1 項に記載の RF 開口。

(項目 30)

前記垂直 PCB の縁は、前記インターフェース基板に固着され、
前記 RF 開口はさらに、前記インターフェース基板と平行に配向される、第 2 の支持基板を備え、前記垂直 PCB は、前記インターフェース基板と前記第 2 の支持基板との間に配置され、前記インターフェース基板から遠位の前記垂直 PCB の縁は、前記第 2 の支持基板に固着される、項目 29 に記載の RF 開口。

(項目 31)

前記垂直 PCB は、相互に平行である、垂直 PCB の第 1 のセットを含む、項目 29-30 のいずれか 1 項に記載の RF 開口。

(項目 32)

10

20

30

40

50

前記垂直 P C B はさらに、相互に平行である、垂直 P C B の第 2 のセットを含む、項目 3 1 に記載の R F 開口。

(項目 3 3)

前記垂直 P C B の第 1 および第 2 のセットの垂直 P C B は、カットアウトを含み、前記カットアウトを介して前記垂直 P C B の第 1 および第 2 のセットは、ともに噛合し、その全てが前記インターフェース基板に対して垂直である垂直 P C B の 2 次元グリッドを形成する、項目 3 2 に記載の R F 開口。

(項目 3 4)

5 面筐体またはエンクロージャをさらに備え、

前記インターフェース基板は、前記 5 面筐体またはエンクロージャの一侧であり、前記垂直 P C B の縁は、前記 5 面筐体の内側に固着される、項目 2 9 - 3 3 のいずれか 1 項に記載の R F 開口。

(項目 3 5)

前記 5 面エンクロージャまたは筐体の裏側に配置される、背面支持部またはカバーと、前記ファセット化された導電性テーパー状突出部のアレイにわたって配置される、レードームと

をさらに備える、項目 3 4 に記載の R F 開口。

(項目 3 6)

前記 R F 回路網は、1 つ以上の信号チェーンを含み、それぞれは、

受信信号チェーンと、

伝送信号チェーンと、

前記受信信号チェーンおよび前記伝送信号チェーンに結合される、スイッチ、デュプレクサ、またはサーキュレータと、

前記スイッチ、デュプレクサ、またはサーキュレータを 1 つ以上の開口ピクセルに結合する、1 つ以上のバランと

を備える、項目 1 0 - 3 5 のいずれか 1 項に記載の R F 開口。

(項目 3 7)

前記受信信号チェーンは、低ノイズ増幅器を含み、

前記伝送信号チェーンは、電力増幅器を含む、項目 3 6 に記載の R F 開口。

(項目 3 8)

前記 1 つ以上の信号チェーンは、

開口ピクセルの行を駆動する、行信号チェーンと、

開口ピクセルの列を駆動する、列信号チェーンと

を含む、項目 3 6 - 3 7 のいずれか 1 項に記載の R F 開口。

(項目 3 9)

前記 R F 回路網は、1 つ以上の差動信号チェーンを含み、それぞれは、

差動受信信号チェーンと、

差動伝送信号チェーンと、

受信信号チェーンおよび伝送信号チェーンに結合される、スイッチ、デュプレクサ、またはサーキュレータと

を備え、

前記スイッチ、デュプレクサ、またはサーキュレータは、介在バランを伴わない 1 つ以上の開口ピクセルに結合される、項目 1 0 - 3 5 のいずれか 1 項に記載の R F 開口。

(項目 4 0)

前記差動受信信号チェーンは、低ノイズ増幅器を含み、

前記差動伝送信号チェーンは、電力増幅器を含む、項目 3 9 に記載の R F 開口。

(項目 4 1)

前記 1 つ以上の差動信号チェーンは、

開口ピクセルの行を駆動する、行差動信号チェーンと、

開口ピクセルの列を駆動する、列差動信号チェーンと

を含む、項目 3 9 - 4 0 のいずれか 1 項に記載の R F 開口。

(項目 4 2)

無線周波数 (R F) 開口であって、

表側と、裏側とを有する、インターフェース基板と、

前記インターフェース基板の表側に配置された基部を有し、前記インターフェース基板の表側から離れるように延在する、中実の導電性テーパ状突出部のアレイであって、前記基部は、ねじ式開口部を有する、中実の導電性テーパ状突出部のアレイと、

前記インターフェース基板内の開口部を通して通過し、前記中実の導電性テーパ状突出部の基部のねじ式開口部の中に螺入され、前記中実の導電性テーパ状突出部を前記インターフェース基板に固着させる、ねじ式締結具と、

前記インターフェース基板の裏側に配置され、前記中実の導電性テーパ状突出部の近隣する対によって画定される差動 R F 受信および／または伝送要素を備える開口ピクセルと電気的に接続される、 R F 回路網と

を備える、 R F 開口。

(項目 4 3)

各中実の導電性テーパ状突出部は、その基部の中心に単一のねじ式開口部を有し、前記単一のねじ式開口部の中に螺入される単一のねじ式締結具によって前記インターフェース基板に固着され、

各中実の導電性テーパ状突出部はさらに、前記インターフェース基板の対応する陥凹または突起と噛合する、少なくとも 1 つの突起または陥凹を有する、項目 4 2 に記載の R F 開口。

(項目 4 4)

前記インターフェース基板の中に噛合し、前記 R F 回路網と接続するタブを有する、導電性搭載部をさらに備え、各中実の導電性テーパ状突出部が、対応する導電性搭載部上に配置され、前記導電性搭載部は、前記各中実の導電性テーパ状突出部と前記インターフェース基板との間に刺し込まれる、項目 4 2 に記載の R F 開口。

(項目 4 5)

各中実の導電性テーパ状突出部は、その基部の中心に単一のねじ式開口部を有し、前記対応する導電性搭載部の中心開口部を通して通過し、前記単一のねじ式開口部の中に螺入される単一のねじ式締結具によって前記インターフェース基板に固着され、

各中実の導電性テーパ状突出部はさらに、前記インターフェース基板の対応する陥凹または突起と噛合する、少なくとも 1 つの突起または陥凹を有する、項目 4 4 に記載の R F 開口。

(項目 4 6)

無線周波数 (R F) 開口であって、

表側と、裏側とを有する、インターフェース基板と、

前記インターフェース基板の表側に配置された基部を有し、前記インターフェース基板の表側から離れるように延在する、中空の導電性テーパ状突出部のアレイであって、前記中空の導電性テーパ状突出部は、前記中空突出部の内側に配置される中心円筒支持部を有し、前記中心円筒支持部は、ねじ式開口部を有する、中空の導電性テーパ状突出部のアレイと、

前記インターフェース基板内の開口部を通して通過し、前記中空の導電性テーパ状突出部の中心円筒支持部のねじ式開口部の中に螺入され、前記中空の導電性テーパ状突出部を前記インターフェース基板に固着させる、ねじ式締結具と、

前記インターフェース基板の裏側に配置され、前記中空の導電性テーパ状突出部の近隣する対によって画定される、差動 R F 受信および／または伝送要素を備える開口ピクセルと電気的に接続される、 R F 回路網と

を備える、 R F 開口。

(項目 4 7)

無線周波数 (R F) 開口であって、

10

20

30

40

50

表側と、裏側とを有する、インターフェース基板と、

前記インターフェース基板の表側に配置された基部を有し、前記インターフェース基板の表側から離れるように延在する、導電性テーパー状突出部のアレイであって、各導電性テーパー状突出部は、

テーパー状受器を有する、誘電性構造と、

前記誘電性構造のテーパー状受器の中に噛合する導電性テーパー状プレートであって、前記導電性テーパー状プレートは、前記導電性テーパー状突出部のファセットを画定する、導電性テーパー状プレートと

を含む、導電性テーパー状突出部のアレイと、

前記インターフェース基板の裏側に配置され、前記導電性テーパー状突出部の近隣する対によって画定される差動RF受信および／または伝送要素を備える開口ピクセルと電氣的に接続される、RF回路網と

を備える、RF開口。

(項目48)

前記導電性テーパー状突出部の誘電性構造はさらに、ねじ式開口部を有する基部を含み、

前記RF開口はさらに、前記インターフェース基板内の開口部を通して通過し、前記導電性テーパー状突出部の誘電性構造のねじ式開口部の中に螺入され、前記導電性テーパー状突出部を前記インターフェース基板に固着させる、ねじ式締結具を備える、項目47に記載のRF開口。

(項目49)

各誘電性構造は、その基部の中心に単一のねじ式開口部を有し、前記導電性テーパー状突出部は、前記個別の誘電性構造の単一のねじ式開口部の中に螺入されるねじ式締結具によって前記インターフェース基板に固着され、

各誘電性構造はさらに、前記インターフェース基板の対応する陥凹または突起と噛合する、少なくとも1つの突起または陥凹を有する、項目48に記載のRF開口。

(項目50)

各導電性テーパー状プレートはさらに、前記インターフェース基板の中に噛合し、前記RF回路網と接続する、タブを有する、項目48-49のいずれか1項に記載のRF開口。

(項目51)

無線周波数(RF)開口であって、

表側と、裏側とを有する、インターフェース基板と、

前記インターフェース基板の表側に配置された基部を有し、前記インターフェース基板の表側から離れるように延在する、導電性テーパー状突出部のアレイと、

前記インターフェース基板の裏側に配置され、前記導電性テーパー状突出部の近隣する対によって画定される差動RF受信および／または伝送要素を備える開口ピクセルと電氣的に接続される、RF回路網と、

テーパー状突出部形状の陥凹を有する、レードームと

を備え、

前記導電性テーパー状突出部は、前記レードームのテーパー状突出部形状の陥凹内に配置される、RF開口。

(項目52)

前記導電性テーパー状突出部は、前記テーパー状突出部形状の陥凹に打抜されたシート金属を備える、項目51に記載のRF開口。

(項目53)

あるRF波長において動作するように構成される無線周波数(RF)開口であって、前記RF開口は、

表側と、裏側とを有する、インターフェース基板と、

前記インターフェース基板の表側に配置された基部を有し、前記インターフェース基板の表側から離れるように延在する、導電性テーパー状突出部のアレイと、

前記インターフェース基板の裏側に配置され、前記導電性テーパー状突出部の近隣する対

10

20

30

40

50

によって画定される差動 R F 受信および／または伝送要素を備える開口ピクセルと電氣的に接続される、R F 回路網と、

前記 R F 波長を上回る高さを有する、スタンドオフであって、前記ファセット化された導電性テーパ状突出部は、個別のスタンドオフ上に搭載される、スタンドオフとを備える、R F 開口。

(項目 5 4)

無線周波数 (R F) 開口であって、

表側と、裏側とを有する、インターフェース基板であって、前記インターフェース基板は、接地面を伴わない誘電性基板またはプリント回路基板 (P C B) である、インターフェース基板と、

前記インターフェース基板の表側に配置された基部を有し、前記インターフェース基板の表側から離れるように延在する、導電性テーパ状突出部のアレイと、

前記インターフェース基板の裏側に配置され、前記導電性テーパ状突出部の近隣する対によって画定される差動 R F 受信および／または伝送要素を備える開口ピクセルと電氣的に接続される、R F 回路網であって、前記 R F 回路網は、

前記インターフェース基板に対して垂直に配向される接地面を伴う、P C B と、

前記垂直 P C B 上に搭載される、R F 構成要素と

を備える、R F 回路網と

を備える、R F 開口。

(項目 5 5)

前記垂直 P C B の縁は、前記インターフェース基板に固着され、

前記 R F 開口はさらに、前記インターフェース基板と平行に配向される、第 2 の支持基板を備え、前記垂直 P C B は、前記インターフェース基板と前記第 2 の支持基板との間に配置され、前記インターフェース基板から遠位の前記垂直 P C B の縁は、前記第 2 の支持基板に固着される、項目 5 4 に記載の R F 開口。

(項目 5 6)

前記垂直 P C B は、相互に平行である、垂直 P C B の第 1 のセットを含む、項目 5 4 - 5 5 のいずれか 1 項に記載の R F 開口。

(項目 5 7)

前記垂直 P C B はさらに、相互に平行である、垂直 P C B の第 2 のセットを含む、項目 5 6 に記載の R F 開口。

(項目 5 8)

前記垂直 P C B の第 1 および第 2 のセットの垂直 P C B は、カットアウトを含み、前記カットアウトを介して前記垂直 P C B の第 1 および第 2 のセットは、ともに噛合し、その全てが前記インターフェース基板に対して垂直である垂直 P C B の 2 次元グリッドを形成する、項目 5 7 に記載の R F 開口。

(項目 5 9)

5 面筐体またはエンクロージャをさらに備え、

前記インターフェース基板は、前記 5 面筐体またはエンクロージャの一側であり、前記垂直 P C B の縁は、前記 5 面筐体の内側に固着される、項目 5 4 - 5 8 のいずれか 1 項に記載の R F 開口。

(項目 6 0)

前記 5 面エンクロージャまたは筐体の裏側に配置される、背面支持部またはカバーと、

前記導電性テーパ状突出部のアレイにわたって配置される、レードームと

をさらに備える、項目 5 9 に記載の R F 開口。

【図面の簡単な説明】

【0019】

図面に示されるいかなる定量的寸法も、非限定的な例証的实施例として理解されるものとする。別様に示されない限り、図面は、正確な縮尺率ではなく、図面の任意の側面が、正確な縮尺率であるものとして示され、図示される縮尺は、非限定的な例証的实施例とし

10

20

30

40

50

て理解されるものとする。

【0020】

【図1】図1および2は、それぞれ、差動区画化開口（DSA）として実装された例証的RF開口の正面断面図および側面断面図を図式的に図示する。

【図2】図1および2は、それぞれ、差動区画化開口（DSA）として実装された例証的RF開口の正面断面図および側面断面図を図式的に図示する。

【0021】

【図3】図3は、図1-4のDSAの単一のQUADサブアセンブリのブロック図を図式的に示す。

【0022】

【図4】図4は、ビアと、搭載孔とを含む、図1-3のDSAのインターフェースプリント回路基板（i-PCB）の正面図を図式的に図示し、 balan およびレジスタパッドの場所を図式的に示した。

【0023】

【図5】図5は、図式的に示されたRF接続と、制御部と、電力コネクタとを含む、図1-4のDSAのエンクロージャの背面図を図式的に図示する。

【0024】

【図6】図6は、2つの隣接する導電性テーパー状突出部の間のチップbalanの平衡ポートの接続の図式表現に加えて、導電性テーパー状突出部のある実施形態の側面断面図を図式的に図示する。

【0025】

【図7】図7-10は、導電性テーパー状突出部の付加的实施形態を図式的に図示する。

【図8】図7-10は、導電性テーパー状突出部の付加的实施形態を図式的に図示する。

【図9】図7-10は、導電性テーパー状突出部の付加的实施形態を図式的に図示する。

【図10】図7-10は、導電性テーパー状突出部の付加的实施形態を図式的に図示する。

【0026】

【図11】図11および12は、RF開口の導電性テーパー状突出部が中空であり、1つ以上の電子構成要素が中空の導電性テーパー状突出部の内側に配置される実施形態を示す。

【図12】図11および12は、RF開口の導電性テーパー状突出部が中空であり、1つ以上の電子構成要素が中空の導電性テーパー状突出部の内側に配置される実施形態を示す。

【0027】

【図13】図13は、別の例証的RF開口アセンブリの分解図を図式的に図示する。

【0028】

【図14】図14-17は、RF開口の面積にわたる導電性テーパー状突出部のいくつかの例証的レイアウトを図式的に示す。

【図15】図14-17は、RF開口の面積にわたる導電性テーパー状突出部のいくつかの例証的レイアウトを図式的に示す。

【図16】図14-17は、RF開口の面積にわたる導電性テーパー状突出部のいくつかの例証的レイアウトを図式的に示す。

【図17】図14-17は、RF開口の面積にわたる導電性テーパー状突出部のいくつかの例証的レイアウトを図式的に示す。

【0029】

【図18】図18-24は、近隣する導電性テーパー状突出部間に配置され、伝送および／または受信動作のためのRF捕捉性能を調整する誘電性充填材料を採用する、RF開口実施形態の側面断面図を示す。

【図19】図18-24は、近隣する導電性テーパー状突出部間に配置され、伝送および／または受信動作のためのRF捕捉性能を調整する誘電性充填材料を採用する、RF開口実施形態の側面断面図を示す。

【図20】図18-24は、近隣する導電性テーパー状突出部間に配置され、伝送および／または受信動作のためのRF捕捉性能を調整する誘電性充填材料を採用する、RF開口実

10

20

30

40

50

施形態の側面断面図を示す。

【図 2 1】図 1 8 - 2 4 は、近隣する導電性テーパ状突出部間に配置され、伝送および／または受信動作のための R F 捕捉性能を調整する誘電性充填材料を採用する、R F 開口実施形態の側面断面図を示す。

【図 2 2】図 1 8 - 2 4 は、近隣する導電性テーパ状突出部間に配置され、伝送および／または受信動作のための R F 捕捉性能を調整する誘電性充填材料を採用する、R F 開口実施形態の側面断面図を示す。

【図 2 3】図 1 8 - 2 4 は、近隣する導電性テーパ状突出部間に配置され、伝送および／または受信動作のための R F 捕捉性能を調整する誘電性充填材料を採用する、R F 開口実施形態の側面断面図を示す。

【図 2 4】図 1 8 - 2 4 は、近隣する導電性テーパ状突出部間に配置され、伝送および／または受信動作のための R F 捕捉性能を調整する誘電性充填材料を採用する、R F 開口実施形態の側面断面図を示す。

【0 0 3 0】

【図 2 5】図 2 5 は、別の例証的 R F 開口アセンブリを示す。

【0 0 3 1】

【図 2 6】図 2 6 は、湾曲した（例えば、半径方向）表面上に配置される導電性テーパ状突出部を備える、R F 開口を示す。

【0 0 3 2】

【図 2 7】図 2 7 は、D S A を採用するネットワークを図式的に示す。

【0 0 3 3】

【図 2 8】図 2 8 は、図 2 5 の実施形態と併せて採用される、好適な処理ノードを図式的に示す。

【0 0 3 4】

【図 2 9】図 2 9 - 3 6 は、中実突出部である、導電性テーパ状突出部の実施形態を図示する。

【図 3 0】図 2 9 - 3 6 は、中実突出部である、導電性テーパ状突出部の実施形態を図示する。

【図 3 1】図 2 9 - 3 6 は、中実突出部である、導電性テーパ状突出部の実施形態を図示する。

【図 3 2】図 2 9 - 3 6 は、中実突出部である、導電性テーパ状突出部の実施形態を図示する。

【図 3 3】図 2 9 - 3 6 は、中実突出部である、導電性テーパ状突出部の実施形態を図示する。

【図 3 4】図 2 9 - 3 6 は、中実突出部である、導電性テーパ状突出部の実施形態を図示する。

【図 3 5】図 2 9 - 3 6 は、中実突出部である、導電性テーパ状突出部の実施形態を図示する。

【図 3 6】図 2 9 - 3 6 は、中実突出部である、導電性テーパ状突出部の実施形態を図示する。

【0 0 3 5】

【図 3 7】図 3 7 - 3 9 は、いくつかの代替のファセット化された導電性テーパ状突出部幾何学形状を図示する。

【図 3 8】図 3 7 - 3 9 は、いくつかの代替のファセット化された導電性テーパ状突出部幾何学形状を図示する。

【図 3 9】図 3 7 - 3 9 は、いくつかの代替のファセット化された導電性テーパ状突出部幾何学形状を図示する。

【0 0 3 6】

【図 4 0】図 4 0 - 4 1 は、中空である導電性テーパ状突出部のある実施形態を図示する。

【図 4 1】図 4 0 - 4 1 は、中空である導電性テーパ状突出部のある実施形態を図示する。

10

20

30

40

50

【0037】

【図42】図42-46は、誘電性構造と、テーパ状プレートとを含む、導電性テーパ状突出部のある実施形態を図示する。

【図43】図42-46は、誘電性構造と、テーパ状プレートとを含む、導電性テーパ状突出部のある実施形態を図示する。

【図44】図42-46は、誘電性構造と、テーパ状プレートとを含む、導電性テーパ状突出部のある実施形態を図示する。

【図45】図42-46は、誘電性構造と、テーパ状プレートとを含む、導電性テーパ状突出部のある実施形態を図示する。

【図46】図42-46は、誘電性構造と、テーパ状プレートとを含む、導電性テーパ状突出部のある実施形態を図示する。

10

【0038】

【図47】図47-49は、インターフェース基板上の図42-46の導電性テーパ状突出部の搭載部を図示する。

【図48】図47-49は、インターフェース基板上の図42-46の導電性テーパ状突出部の搭載部を図示する。

【図49】図47-49は、インターフェース基板上の図42-46の導電性テーパ状突出部の搭載部を図示する。

【0039】

【図50】図50-54は、シート金属のカットアウトを折曲することによって構築される導電性テーパ状突出部の実施形態を図示する。

20

【図51】図50-54は、シート金属のカットアウトを折曲することによって構築される導電性テーパ状突出部の実施形態を図示する。

【図52】図50-54は、シート金属のカットアウトを折曲することによって構築される導電性テーパ状突出部の実施形態を図示する。

【図53】図50-54は、シート金属のカットアウトを折曲することによって構築される導電性テーパ状突出部の実施形態を図示する。

【図54】図50-54は、シート金属のカットアウトを折曲することによって構築される導電性テーパ状突出部の実施形態を図示する。

【0040】

【図55】図55は、シート金属をテーパ状突出部形態を画定するレドームに打抜することによって構築される導電性テーパ状突出部のある実施形態を図示する。

30

【0041】

【図56】図56は、接地面を伴うインターフェース基板に起因する、DSA内の潜在的RF干渉を図示する。

【0042】

【図57】図57は、図56を参照して説明される潜在的RF干渉を軽減させるためにスタンドオフを採用する、ある実施形態を図示する。

【0043】

【図58】図58-63は、図56を参照して説明される潜在的RF干渉を軽減させるために垂直プリント回路基板(PCB)を備えるRF回路網を採用する、実施形態を図示する。

40

【図59】図58-63は、図56を参照して説明される潜在的RF干渉を軽減させるために垂直プリント回路基板(PCB)を備えるRF回路網を採用する、実施形態を図示する。

【図60】図58-63は、図56を参照して説明される潜在的RF干渉を軽減させるために垂直プリント回路基板(PCB)を備えるRF回路網を採用する、実施形態を図示する。

【図61】図58-63は、図56を参照して説明される潜在的RF干渉を軽減させるために垂直プリント回路基板(PCB)を備えるRF回路網を採用する、実施形態を図示する。

50

る。

【図 6 2】図 5 8 - 6 3 は、図 5 6 を参照して説明される潜在的 R F 干渉を軽減させるために垂直プリント回路基板（P C B）を備える R F 回路網を採用する、実施形態を図示する。

【図 6 3】図 5 8 - 6 3 は、図 5 6 を参照して説明される潜在的 R F 干渉を軽減させるために垂直プリント回路基板（P C B）を備える R F 回路網を採用する、実施形態を図示する。

【 0 0 4 4 】

【図 6 4】図 6 4 は、図 5 8 - 6 3 を参照して説明されるようなレードームと、垂直 P C B とを含む、D S A の分解図を図示する。

【 0 0 4 5 】

【図 6 5】図 6 5 は、図 6 4 の D S A 実施形態の 5 面筐体またはエンクロージャを図示する。

【 0 0 4 6 】

【図 6 6】図 6 6 - 8 1 は、本明細書に開示される D S A 実施形態と適切に併用される、R F 回路網の種々の実施形態を図示する。

【図 6 7】図 6 6 - 8 1 は、本明細書に開示される D S A 実施形態と適切に併用される、R F 回路網の種々の実施形態を図示する。

【図 6 8】図 6 6 - 8 1 は、本明細書に開示される D S A 実施形態と適切に併用される、R F 回路網の種々の実施形態を図示する。

【図 6 9】図 6 6 - 8 1 は、本明細書に開示される D S A 実施形態と適切に併用される、R F 回路網の種々の実施形態を図示する。

【図 7 0】図 6 6 - 8 1 は、本明細書に開示される D S A 実施形態と適切に併用される、R F 回路網の種々の実施形態を図示する。

【図 7 1】図 6 6 - 8 1 は、本明細書に開示される D S A 実施形態と適切に併用される、R F 回路網の種々の実施形態を図示する。

【図 7 2】図 6 6 - 8 1 は、本明細書に開示される D S A 実施形態と適切に併用される、R F 回路網の種々の実施形態を図示する。

【図 7 3】図 6 6 - 8 1 は、本明細書に開示される D S A 実施形態と適切に併用される、R F 回路網の種々の実施形態を図示する。

【図 7 4】図 6 6 - 8 1 は、本明細書に開示される D S A 実施形態と適切に併用される、R F 回路網の種々の実施形態を図示する。

【図 7 5】図 6 6 - 8 1 は、本明細書に開示される D S A 実施形態と適切に併用される、R F 回路網の種々の実施形態を図示する。

【図 7 6】図 6 6 - 8 1 は、本明細書に開示される D S A 実施形態と適切に併用される、R F 回路網の種々の実施形態を図示する。

【図 7 7】図 6 6 - 8 1 は、本明細書に開示される D S A 実施形態と適切に併用される、R F 回路網の種々の実施形態を図示する。

【図 7 8】図 6 6 - 8 1 は、本明細書に開示される D S A 実施形態と適切に併用される、R F 回路網の種々の実施形態を図示する。

【図 7 9】図 6 6 - 8 1 は、本明細書に開示される D S A 実施形態と適切に併用される、R F 回路網の種々の実施形態を図示する。

【図 8 0】図 6 6 - 8 1 は、本明細書に開示される D S A 実施形態と適切に併用される、R F 回路網の種々の実施形態を図示する。

【図 8 1】図 6 6 - 8 1 は、本明細書に開示される D S A 実施形態と適切に併用される、R F 回路網の種々の実施形態を図示する。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 4 7 】

（詳細な説明）

図 1 および 2 を参照すると、それぞれ、表側 1 2 と、裏側 1 4 とを有するインターフェ

10

20

30

40

50

ースプリント回路基板（ $i-PCB$ ）10と、 $i-PCB$ 10の表側12に配置された基部22を有し、 $i-PCB$ 10の表側12から離れるように延在する、導電性テーパ状突出部20のアレイを含む、例証的無線周波数（RF）開口の正面断面図ならびに側面断面図が、示される。例証的な $i-PCB$ 10が、5インチ×5インチの寸法を有するものとして図1に表示されるが、これは、小型のRF開口の非限定的な例証の実施例にすぎない。図1は、1つの導電性テーパ状突出部20の斜視図を示す挿入図を左上に伴う、RF開口の正面図を示す。導電性テーパ状突出部20の本例証の実施形態は、より大きい正方形基部22と、完全な先端まで延在せず、むしろ、平坦な頂点24において終端する頂点とを伴う正方形断面を有する（言い換えると、挿入図の導電性テーパ状突出部20は、円錐台形状を有する）。これは、例証の実施例にすぎず、より一般的には、導電性テーパ状突出部20は、任意のタイプの断面（例えば、挿入図におけるような正方形、または円形、もしくは六角形、または八角形、等）を有することができる。頂点24は、挿入図の実施例におけるように平坦であることができる、または鋭的点到達することができる、もしくは丸みを帯びる、またはある他の頂点幾何学形状を有することができる。高さ（すなわち、頂点24が最大「高」にある状態における、基部22の「上方」の距離）の機能としてのテーパリングの率は、挿入図の実施例におけるように一定であることができる、またはテーパリングの率は、高さに伴って可変であることができ、例えば、テーパリングの率は、丸みを帯びた頂点を伴う突出部を形成するように、高さの増加に伴って増加することができる、もしくはより尖頭状の先端を伴う突出部を形成するように、高さの増加に伴って減少することができる。同様に、図1に最も詳細に示されるように、導電性テーパ状突出部20の例証のアレイは、規則的な行と、直交する規則的な列とを伴う直線的アレイであるが、しかしながら、アレイは、他の対称性、例えば、六方対称性、八方対称性、等を有してもよい。挿入図の例証の実施例では、正方形基部22および正方形頂点24は、4つの平坦な傾斜した側壁26を有する導電性テーパ状突出部20に至るが、しかしながら、他の側壁形状も、考えられ、例えば、基部ならびに頂点が、円形である（または、基部が、円形であり、頂点が、ある点まで達する）場合、側壁は、傾斜した、もしくはテーパ状の円筒であり、六角形基部および六角形頂点または尖頭状頂点に関して、6つの傾斜した側壁が、存在する等となるであろう。

【0048】

図1および2を継続して参照し、図3をさらに参照すると、RF開口はさらに、例証の実施形態では、 $i-PCB$ 10の裏側14に搭載されるチップバラン30を含む、RF回路網を備える。各チップバラン30は、 $i-PCB$ 10を通して通過する電気フィードスルー32を介して導電性テーパ状突出部のアレイの2つの近隣する導電性テーパ状突出部と電氣的に接続される、平衡ポート P_B を有する（図3および6参照）。各チップバラン30はさらに、RF回路網の残部と接続する非平衡ポート P_U を有する（図3および6参照）。例証的RF回路網はさらに、チップバラン30の非平衡ポート P_U からの出力を結合するためのRF電力分割器／結合器40を含む。図3に見られるように、RF回路網の例証的電気構成は、非平衡ポート P_U の対を結合する第1レベルの 1×2 RF電力分割器／結合器40₁と、第1レベルのRF電力分割器／結合器40₁の対の出力を結合する第2レベルの 1×2 RF電力分割器／結合器40₂とを採用する。これは、例証的アプローチにすぎず、（3つのラインを結合する） 1×3 、（4つのラインを結合する） 1×4 、またはより高い結合RF電力分割器／結合器、もしくはそれらの種々の組み合わせ等を使用する、他の構成も、考えられる。例証的RF回路網はさらに、チップバラン30の各非平衡ポート P_U と第1レベルの 1×2 電力分割器40₁との間に刺し込まれる、信号調整回路42を含む。各非平衡ポートと接続される信号調整回路42は、RF伝送増幅器Tと、RF受信増幅器Rと、RF伝送増幅器Tと非平衡ポートを動作可能に接続する伝送モードと、RF受信増幅器Rと非平衡ポートを動作可能に接続する受信モードとの間で切り替えるように構成されるスイッチRFSを含む、RF切替回路網とを含む。

【0049】

図1-3を継続して参照し、図4および5をさらに参照すると、部分的に、少なくとも

10

20

30

40

50

i-PCB10を含む1つ以上のプリント回路基板（PCB）を採用することによって、小型設計（例えば、図3の非限定的な例証的实施例における3インチの奥行）が、達成される。図3に示される例証的实施例では、チップバラン30が、i-PCB10の裏側14に搭載される。随意に、他の電子構成要素もまた、その表側12に導電性テーパー状突出部20のアレイが配置される、i-PCB10の裏側に搭載されてもよい。しかしながら、i-PCB10上には、RF回路網の電子機器全てを搭載するためには不十分な占有面積が、存在し得る。例証的实施形態では、これは、i-PCB10と並列に配置され、i-PCB10の裏側14に面する、第2のプリント回路基板50を提供することによって対処される。言い換えると、第2のプリント回路基板50は、導電性テーパー状突出部20が配置されるi-PCB10の（表）側12と反対側のi-PCB10の（裏）側14に配置される。RF回路網は、本明細書において信号調整PCBまたはSC-PCB50とも称され得る、第2のプリント回路基板50上に搭載される、電子構成要素を備え、加えて、または代替として、i-PCB10上に搭載される、電子構成要素を備える（典型的には、i-PCBの裏側14上であるが、導電性テーパー状突出部20間のフィールド空間内のi-PCBの表側にRF回路網の構成要素を搭載することもまた、考えられる（図示せず））。SC-PCB50が、提供される場合、図2に示されるように、これは、スタンドオフ54によってi-PCB10に平行して適切に固着され、シングルエンドフィードスルー52が、i-PCB10およびSC-PCB50を電氣的に相互接続するために提供される（図3参照）。RF回路網が、2つのPCB10、50の占有面積上に嵌合することが不可能である場合、第3の（必要に応じて第4の、およびさらなる）PCBが、RF回路網の構成要素を収容するために追加されてもよい（図示せず）。

【0050】

図4は、ビアと、搭載孔とを含む、i-PCB10の正面図を示し、図4に示される凡例内に表示されるように、バラン30およびレジスタパッドの場所を図式的に表示した。（レジスタは、レーダ断面を低下させることに役立つように、角錐の未使用側を終端させるために使用される。）

【0051】

図2を参照し、図5をさらに参照すると、例証的RF開口は、例証的实施例では、i-PCB10の周辺がRF回路網を封入するような状態で、その周辺に固着される、エンクロージャ58を有する。これは、1つの例証的配列にすぎず、他の設計も、考えられ、例えば、PCB10、50は両方とも、エンクロージャの内側に配置されてもよい（但し、そのようなエンクロージャは、RF開口の面積を閉塞させるように前方に延在するRF遮蔽体を備えるべきではない）。図5は、（図2および3にも示される、または表示される）図式的に表示されたRFコネクタ（もしくはポート）60、制御電子機器62（例えば、非限定的な図として示される、例証的な位相化アレイビーム操向電子機器63であり、これらの電子機器62、63は、エンクロージャ58の外部に搭載されてもよい、および／またはエンクロージャ58の内側に配置され、有益なRF遮蔽体を提供してもよい）、ならびにRF回路網の能動構成要素を動作させるための電力（例えば、アクティブなRF伝送増幅器T、およびアクティブなRF受信増幅器R、ならびにスイッチRFSのための動作電力）を提供するための、電力コネクタ64を示す、RF開口のエンクロージャ58の背面図を図式的に図示する。エンクロージャの裏側の面積にわたる種々の構成要素60、62、63、64の特定の配列は、図5に示されるものから広く変動し得、また、これらの構成要素は、他所に位置してもよく、例えば、RFコネクタ60は、代替として、RF開口の縁に位置し得る等となる。RF開口が、ある他の構成要素またはシステムと一体的に構築され得、例えば、RF開口が、モバイル地上局、海上無線、無人航空車両（UAV）等のRF伝送要素ならびに／もしくは受信要素として使用される場合、エンクロージャ58は、モバイル地上局、海上無線、UAV機体等の筐体内に内蔵されるRF開口を有することによって置き換えられ得ることもまた、理解されたい。そのような場合には、RFコネクタ60はまた、モバイル地上局、海上無線、UAV電子機器等への有線接続によって置き換えられ得る。

10

20

30

40

50

【0052】

特に図3を参照すると、例証的RF回路網のための例証的電気構成が、示される。本非限定的な例証の実施例では、導電性テーパ状突出部20のアレイは、図1および4に示されるように、導電性テーパ状突出部20の5×5アレイであると仮定される。チップバラン30の平衡ポートP_Bは、（受信モードにおいて、または代替として、伝送モードにおいて2つの隣接する導電性テーパ状突出部20間に差動RF信号を印加するように）2つの隣接する導電性テーパ状突出部20間の差動RF信号を受信するように、アレイの導電性テーパ状突出部20の隣接する（すなわち、近隣する）対を接続する。Steinbrecherの米国特許第7,420,522号（参照することによってその全体として本明細書に組み込まれる）に詳述されるように、導電性テーパ状突出部20のテーパリングは、「高さ」に伴って、すなわち、導電性テーパ状突出部20の基部22の「上方の」距離に伴って変動する、2つの導電性テーパ状突出部20間の分離を提示する。テーパリングによって導入される、隣接する導電性テーパ状突出部20間の分離の範囲に対応する、ある範囲のRF波長が、捕捉され得るため、これは、ブロードバンドRF捕捉を提供する。RF開口は、したがって、差動区画化開口(DSA)であり、導電性テーパ状突出部20の隣接する対に対応する差動RF受信（またはRF伝送）要素を有する。これらの差動RF受信（または伝送）要素は、本明細書では、開口ピクセルと称される。隣接する導電性テーパ状突出部20の例証的な直線的5×5アレイに関して、これは、5つの導電性テーパ状突出部20の各行（もしくは列）に沿った、4つの開口ピクセルが存在することを意味する。より一般的には、N個の導電性テーパ状突出部20の行（または列）を有する突出部の直線的アレイに関して、行（または列）に沿った、対応するN-1個のピクセルが、存在するであろう。図3は、4つのピクセルの行（または列）の相互接続である、QUADサブアセンブリを示す。4つの行と、4つの列とが、存在するため、これは、4×4または16個のそのようなQUADサブアセンブリにつながる。レジスタパッドが、不必要な反射を防止するために周囲の角錐の未使用の縁のための終端として使用される。レジスタパッドを介して搭載されるレジスタがなければ、それらの表面は、浮動しているままとなり、入射RFエネルギーを再放射し、強化されたレーダ断面を引き起こし得る。

【0053】

図3に示される例証の実施形態では、各QUADサブアセンブリの第2レベルの1×2 RF電力分割器／結合器40₂が、エンクロージャ58の裏側においてRFコネクタ60と接続する。故に、図5に見られるように、行QUADサブアセンブリN1、N2、N3、N4および列QUADサブアセンブリM1、M2、M3、M4のような、図4ならびに5に示される8つのQUADサブアセンブリのための8つのRFコネクタが、存在する。Gnd(N)行およびGnd(M)列は、角錐の周囲側に沿った捕捉されたRFエネルギーからの電流フローのための共通経路を可能にするための、回路接地である。QUADサブアセンブリの使用は、RF開口へのRF結合の高レベルの柔軟性を可能にする。例えば、例証的な位相化アレイビーム操向電子機器63は、行QUADサブアセンブリN1、N2、N3、N4のための適切な位相偏移

【数1】

$$\phi_N, N = 1, \dots, 4$$

と、列QUADサブアセンブリM1、M2、M3、M4のための位相偏移

【数2】

$$\phi_M, M = 1, \dots, 4$$

とを導入し、伝送RF信号ビームを所望の方向に操向する、または所望の方向からRF信号ビームを受信するようにRF開口を配向することによって、実装されてもよい（伝送もしくは受信は、信号調整回路42のスイッチRFSの設定によって制御される）。RF開

口によって実装され得る他の用途は、同時の「伝送／受信二重円偏波モード」と、複数の D S A を物理的に近接近するように物理的に定置させ、開口サイズの増加という組み合わせられた効果を与えることによる「拡張性」とを含む。図 3 に図式的に示される代替実施形態では、R F コネクタ 6 0 は、それを介してデジタル化された信号が出力されるアナログ／デジタル (A / D) コンバータ 6 6 およびデジタルコネクタ 6 8 によって置き換えられ得る。より一般的には、A / D 転換は、R F チェーン内の任意の場所に挿入されてもよく、例えば、A / D コンバータが、信号調整回路 4 2 の出力に設置され、アナログの第 1 および第 2 レベルの R F 電力分割器／結合器 4 0₁、4 0₂ が、したがって、デジタル信号処理 (D S P) 回路網によって置き換えられ得る。

【0054】

P C B 1 0、5 0、チップバラン 3 0、およびアクティブ信号調整構成要素（例えば、アクティブな伝送増幅器 T ならびに受信増幅器 R）を採用する、説明される電子機器は、有利には、R F 開口が小型かつ軽量に作製されることを可能にする。次に説明されるように、導電性テーパ状突出部 2 0 の実施形態はさらに、小型かつ軽量のブロードバンド R F 開口を提供することを促進する。

【0055】

図 6 は、各導電性テーパ状突出部 2 0 が、誘電性テーパ状突出部 7 0 の表面上に配置される導電性層 7 2 を伴う誘電性テーパ状突出部 7 0 として加工される、1 つの例証的实施形態の側面断面図を示す。誘電性テーパ状突出部は、例えば、アクリロニトリルブタジエンスチレン (A B S)、ポリカーボネート等の電気絶縁性プラスチックまたはセラミック材料から成ってもよく、射出成型、3 次元 (3 D) 印刷、もしくは他の好適な技法によって製造されてもよい。導電性層 7 2 は、銅、銅合金、銀、銀合金、金、金合金、アルミニウム、アルミニウム合金等の任意の好適な導電性材料であってもよい、または異なる導電性材料の層状スタックを含んでもよく、真空蒸発、R F スパッタリング、もしくは任意の他の真空蒸着技法によって誘電性テーパ状突出部 7 0 上にコーティングされてもよい。図 6 は、はんだ付け点 7 4 が各誘電性テーパ状突出部 2 0 の導電性層 7 2 と i - P C B 1 0 を通して通過するその対応する電気フィードスルー 3 2 を電氣的に接続するために使用される、ある実施例を示す。図 6 はまた、はんだ付け点 7 6 を介した、2 つの隣接する導電性テーパ状突出部 2 0 間の 1 つのチップバラン 3 0 の平衡ポート P_B の例証的接続も示す。

【0056】

図 7 および 8 は、それぞれ、誘電性テーパ状突出部 7 0 が誘電性プレート 8 0 内に一体的に含まれる、ある実施形態の分解側面断面図ならびに斜視図を示す。導電性層 7 2 は、各誘電性テーパ状突出部 7 0 をコーティングするが、近隣する誘電性テーパ状突出部 2 0 間にガルバニック絶縁を提供する、絶縁間隙 8 2 を有する。絶縁間隙 8 2 は、コーティングの後、コーティングを導電性テーパ状突出部 2 0 の間のプレート 8 0 から離れるようにエッチングし、導電性テーパ状突出部を相互から直流的に絶縁することによって、導電性層 7 2 をコーティングした後に形成されることができる。代替として、絶縁間隙 8 2 は、コーティングの前に、コーティングが導電性テーパ状突出部間絶縁間隙 8 2 内のプレートをコーティングせず、それによって、導電性テーパ状突出部が相互から直流的に絶縁されるように、導電性テーパ状突出部 2 0 間のプレート 8 0 上にマスク材料（図示せず）を堆積させることによって、コーティング前に画定されることができる。図 8 の斜視図に見られるように、結果として、誘電性プレート 8 0 は、導電性テーパ状突出部 2 0 が誘電性プレート 8 0 から離れるように延在している状態で、i - P C B 1 0 の表面を被覆する（したがって、それを閉塞する）。

【0057】

特に図 7 を参照すると、電気相互接続のための 1 つのアプローチでは、貫通孔 8 2 が、例証的プレート 8 0 および下層の i - P C B 1 0 を通して通過し、リベット、ねじ、または他の導電性締結具 3 2' が、貫通孔 8 2 を通して通過し（図 7 が、分解図であることに留意されたい）、したがって、配設されると、i - P C B 1 0 を通して通過する、電気フィードスルー 3 2' を形成する。（図 8 の斜視図が、単純化されていること、および締結具 3

10

20

30

40

50

2'を描写していないことに留意されたい。) 一体型の誘電性テーパー状突出部70および組み合わせられた締結具／フィードスルー32'を伴う誘電性プレート80の使用は、有利には、導電性テーパー状突出部20が精密な位置付けを用いて、はんだ付けを用いずに配設されることを可能にする。

【0058】

図6-8の実施形態では、導電性コーティング72が、誘電性テーパー状突出部70の外側表面上に配置される。本場合には、誘電性テーパー状突出部70は、中空または中実のいずれであってもよい。

【0059】

図9および10を参照すると、誘電材料は、RF放射に対して実質的に透過的であるため、導電性コーティング72は、代わりに、(中空の)誘電性テーパー状突出部70の内側表面上にコーティングされてもよい。図9は、そのような実施形態の側面断面図を示す一方、図10は、斜視図を示す。図9および10の実施形態は、再び、誘電性テーパー状突出部70を含む誘電性プレート80を採用する。図10に見られるように、中空の誘電性テーパー状突出部70の内側表面上を導電性コーティング72でコーティングすることによって、これは、導電性コーティング72を一体型の誘電性テーパー状突出部70を含む誘電性プレート80による、外部からの接触から保護させる。これは、天候が問題となり得る環境において有用であり得る。

【0060】

種々の開示される側面が例証的实施例であること、および開示される特徴が、具体的実施形態では、種々に組み合わせられる、または省略され得ることを理解されたい。例えば、導電性テーパー状突出部20の例証的实施例のうちの1つまたはそれらの異形が、図2-5のQUADサブアセンブリ回路網構成を伴わずに採用され得る。逆に、図2-5のQUADサブアセンブリ回路網構成またはそれらの異形が、導電性テーパー状突出部20のための誘電体／コーティング構成を伴うことなく採用され得る。同様に、チップバラン30が、具体的な実施形態等において使用される場合とそうでない場合がある。

【0061】

図11および12を参照すると、DSA102の複数の複数のセンサ要素／角錐20のさらなる実施形態(例えば、拡張可能なモジュール式基板)が、説明される。センサ要素／角錐は、例えば、アレイとして回路基板10の表側12に形成され、放射インターフェースとして機能することができる。図11および12のセンサ要素／角錐20はそれぞれ、ともに角錐を形成する複数の導電性プレート90(図12)を含む、ならびに／もしくはセンサ要素／角錐はそれぞれ、例えば、円錐形方式において巻着する、単一のプレート91(図11)から形成されることができる。いくつかの実施形態では、各センサ要素／角錐20は、中空である、すなわち、空隙92を含む。空隙92は、複数のプレート90および／または単一の円錐形プレート91のいずれかの内側部分によって形成されてもよい。これは、例えば、センサ要素／角錐20が外側部分から支持されるときに生じ、中心に空隙92を生成する。一実施形態では、センサ要素／角錐の複数のプレート90は、相互に近接するが、触れることはできない。言い換えると、センサ要素／角錐の伝導性プレートは、間隙94を形成することができる(図12)。同様に、単一の円錐形プレート91も、上側開口部または間隙95を有することができる。間隙94、95が、プレート間および／またはプレートと、DSAのセンサ要素／角錐のプレートを含むもしくは保持する、固定具の支持体との間に存在することができる。いくつかの実施形態では、センサ要素／角錐20は、固体材料から形成されることができる。センサ要素／角錐を形成するプレートの表面90、91が、伝導性のために(例えば、スキン深部において)使用されることができる。言い換えると、センサ要素／角錐20の表面が、例えば、波長またはRF信号から電流を伝達するために使用され、センサ要素／角錐の抵抗を、センサ要素／角錐の表面に乗設される電流から結果として増加させることができる(すなわち、減衰)。プレート90、91は、任意の非常に導電性の材料から形成されることができる。いくつかの実施形態では、センサ要素／角錐のプレート90、91は、導電性材料以外の任意のも

10

20

30

40

50

のから形成されてもよく、例えば、導電性材料は、例えば、図 6-10 に示されるように、誘電性プレート上に印刷または巻着されることができる。例えば、伝導性材料は、センサ要素／角錐を形成するプレート上にスプレーコーティングされることができる。コーティングの厚さは、所望のスキン深度を達成するように変動されることができる。図 11 および 12 の実施形態はさらに、回路基板 10 の表側 12 に導体または電子構成要素 96 を含む。図 12 の実施形態はさらに、プレート 90 の下端の交点において画定される、屈曲部 97 と、導体または電子構成要素 96 とを含む。

【0062】

図 11 および 12 を継続して参照すると、いくつかの実施形態では、プリント回路基板 10 の表側 12 に配置される 1 つ以上の電子構成要素 100 を収容するために中空の導電性テーパ状突出部 20 によって画定される、空隙 92 を活用することが、考えられる。i-PCB 10 を通して通過する電気ビア、すなわち、フィードスルー 102 が、表側電子機器 100 と i-PCB 10 の裏側に配置される電子機器／電気回路網との間、および／または i-PCB 10 を電氣的に相互接続するシングルエンドフィードスルー 52 と SC-PCB 50 との間に電気通信を提供する（図 3 参照）。図 12 の実施形態はさらに、電子構成要素 100 を受容する i-PCB 10 の表面 12 内に随意的陥凹または孔 104 を含む。例えば、集積回路（IC）のためのソケット等、他の電子構成要素搭載配列もまた／代替として、考えられる。有利なこととして、中空の導電性テーパ状突出部 20 は、内部電子構成要素 100 を RF 干渉から保護する、ファラデー箱としての役割を果たす。電子機器 100 を中空の導電性テーパ状突出部 20 の内側に設置することもまた、より小型の設計を提供する（例えば、可能性として、図 3 に示される第 2 の PCB 50 の必要性を排除するために十分な占有面積を提供する）。

【0063】

図 13 を参照すると、別の例証的 RF 開口実施形態では、無線周波数（RF）透過性材料 110 が、センサ要素／角錐（すなわち、本明細書に説明される他の実施形態の導電性テーパ状突出部 20）を被覆する。RF 透過性材料 110 は、カバー内で捕捉された DSA の要素／角錐のプレート 112 を含有／保持するための支持体／固定具としての役割を果たす。プレート 112 は、接着剤 114 を使用して、またはその助けを借りて、カバー 110 の中に捕捉されることができる。いくつかの実施形態では、回路基板は、プレート（例えば、i-PCB 10）に付着されるように構成されることができる。回路基板は、プレートのフットまたは基部を受容することができ、プレートは、随意に、回路基板に電氣的に付着される（例えば、はんだ付けされる）ことができる。代替実施形態では、伝導性プレート 112 は、プリント回路基板から形成されることができる。上記に記載されるように、ともに、伝導性プレートを形成するプリント回路基板は、空隙（例えば、図 11 および 12 の実施形態の空隙 92）を生成する、または含むことができる。いくつかの実施形態では、DSA の電子構成要素 110（図 11 および 12 参照）またはセンサ要素／角錐は、空隙内に格納され、例えば、差動モードにおいて組み合わせられることができる。代替として、電子構成要素は、ねじ 116 または孔 118 を介して DSA 基板に、センサ要素／角錐は、相互もしくは他のものに直接取り付けられ得る。いくつかの実施形態では、RF 透過性材料カバー 110 は、可変誘電体で充填される随意的充填材 120 を含む。

【0064】

図 14-17 を参照すると、DSA（例えば、拡張可能なモジュール式基板）は、伝導性プレートから形成される複数のセンサ要素／角錐 20 を含むことができる。図 14 は、導電性テーパ状突出部 20 が等しいサイズであり、直線的アレイとして i-PCB 10 にわたって分散される、ある実施例の上面図を示す。図 15 および 16 は、それぞれ、導電性テーパ状突出部 20 が等しいサイズであり、直線的アレイとして i-PCB 10 にわたって分散され、小さく定寸された導電性テーパ状突出部 20s が、直線的アレイ間の空間内に散在される、ある実施例の上面図ならびに側面図を示す。図 17 は、導電性テーパ状突出部 20 が等しいサイズであるが、例えば、近隣する導電性テーパ状突出部 20 間に等しくない間隔を伴う、直線的アレイ以外のものとして i-PCB 10 にわたって分散され

る、ある実施例を示す。センサ要素／角錐 20、20s が、例えば、アレイとして i-P C B 10 上に形成され、放射インターフェースとして機能することができる。いくつかの実施形態では、センサ要素／角錐 20 の信号捕捉面積は、アレイまたは放射インターフェースの面積にわたって均一に分散されることができる。これは、例えば、相互に対して等しい距離にセンサ要素／角錐 20 の中心点を定置することによって遂行され得る（図 14）。図 15 および 16 に示される代替実施形態では、第 1 の高さ H1 を伴うセンサ要素／角錐の第 1 のセット 20 の中心点（図 16）が、相互に対して等しい距離に位置し、アレイまたは放射インターフェースの面積にわたって信号捕捉面積を均一に分散させることができ、変動する第 2 の（もしくはさらに異なる）高さ H2、H3 を伴うセンサ要素／角錐の第 2 のセット 20s は、無作為に位置する、またはセンサ要素／角錐の第 1 のセット 20 によって画定される信号捕捉面積内での所望の伝搬もしくは信号捕捉を達成することができる。言い換えると、センサ要素／角錐の第 2 のセット 20s は、相互から均一に離間される必要がない。図 17 に示されるさらに別の実施形態では、第 1 の高さ H1 を伴うセンサ要素／角錐の（第 1 の）セット 20 は、相互に対して無作為の距離に位置し、所望の伝搬または信号捕捉を達成することができる。第 1 の高さ H1 を伴うセンサ要素／角錐の（第 1 の）セット 20 はまた、所望の信号捕捉面積を達成するように位置することができる。代替実施形態（図示せず）では、センサ要素／角錐の第 1 のセットは、信号捕捉面積内での所望の伝搬または信号捕捉を達成するように変動する、第 1 の高さ H1 を含むことができる。無作為に、または信号捕捉面積内での所望の伝搬もしくは信号捕捉を達成するように編成される、センサ要素／角錐の第 1 のセットはまた、図 15 および 16 に示されるように、センサ要素／角錐の第 2 のセットが散在されることができる。

【0065】

図 18-20 を参照すると、いくつかの実施形態では、DSA（例えば、拡張可能なモジュール式基板）は、伝導性プレートから形成される（または、例えば、本明細書における他の実施形態において説明されるような誘電性突出部上で金属コーティングを使用して別様に形成される）複数のセンサ要素／角錐 20 を含むことができる。いくつかの実施形態では、複数のセンサ要素／角錐 20 はそれぞれ、円錐形状のセンサ要素／角錐を生成するように巻着された単一のプレートから形成され、複数の伝導性プレートは、空隙を形成するように構成される（図 18 および 20）、または中実であるように形成されることができる（図 19）。上記に記載されるように、代替実施形態では、DSA またはセンサ要素／角錐の電子構成要素は、図 18 および 20 の空隙内に格納され、例えば、差動モードにおいて組み合わせられることができる。代替として、電子構成要素は、DSA 基板に直接付着され得、センサ要素／角錐は、相互または他のものに直接付着され得る。図 18-20 に示されるいくつかの実施形態では、誘電材料は、DSA のセンサ要素／角錐 20 を囲繞する、またはそれを形成するように別様に構成されることができる。言い換えると、誘電材料は、センサ要素／角錐間に生成される間隙を充填することができる。誘電材料は、図 18-20 の実施形態におけるように、明確に異なる層を形成することができる。層は、それぞれが異なる誘電率値を伴う、異なる材料から形成されることができる。代替として、層は、同一の材料から形成されることができ、単一材料の誘電率は、変化されることができる。例えば、図 20 に示されるように、空気孔または他の誘電性空隙が、誘電材料内に形成されてもよい（例えば、空気空間が、細分化されることができる）。空気孔または他の誘電性空隙の密度は、全体的誘電率を判定する。図 20 に示される一実施形態では、多くの空気孔または他の誘電性空隙が、誘電材料の最上層内に形成され、これは、最上層内の誘電材料に対する自由空間の合致のより多くのものをもたらす。第 2 の最上層は、空気孔または誘電性空隙と誘電材料の比率を減少させる、低減された空気孔もしくは他の誘電性空隙を有する。誘電材料の各層にわたって、空気孔または誘電性空隙と誘電材料の比率は、減少される（すなわち、誘電体レンズ効果）。誘電材料および空気孔または誘電性空隙と誘電材料の比率は、DSA のセンサ要素／角錐間に嵌め込まれる誘電材料を通じた RF 信号の所望の伝搬に基づいて選定されることができる。信号または波長が、誘電材料に衝突するにつれて、伝搬は、変化する。言い換えると、入力信号の波長が、短縮さ

10

20

30

40

50

れる。例えば、電圧差を測定するとき、波長が短くなる場合、またはそのとき、電圧差の増加が、存在する。

【0066】

図21-23を参照すると、いくつかの実施形態では、誘電材料は、DSAのセンサ要素／角錐20を囲繞する、またはそれを形成するように別様に構成されることができる。言い換えると、誘電材料は、センサ要素／角錐間に生成される間隙を充填することができる。図21-23の例示的实施形態では、誘電材料は、単一材料、またはともに屈折率分布（例えば、「無断続性」）を形成する、複数の材料から形成される。言い換えると、屈折率分布型の誘電材料が、存在する。図23に示されるように、空気孔または他の誘電性空隙が、屈折率分布型の誘電材料内に形成されることができる。屈折率分布型の誘電材料に対する空気孔または他の誘電性空隙の密度は、例えば、屈折率分布型の誘電材料を通した所望の信号伝搬に基づいて変化することができる。

10

【0067】

図24を参照すると、図23の実施形態の格付けされた誘電体の拡大図が、付加的な説明的表記とともに示される。図24に示されるように、空気孔または他の誘電性空隙と誘電材料の体積分率が、全体的誘電率をもたらす。屈折率分布型の誘電材料の透磁率を変化させる、またはDSAのセンサ要素／角錐20の間隙の間に充填された屈折率分布型の誘電材料の誘電率を変化させることによって、信号もしくは波長が、屈折率分布型の誘電材料を充足するにつれて、伝搬が、変化する。例えば、図24に示されるように、信号は、第1の誘電体内で伝搬してもよい。屈折率分布型の誘電材料の最上部分において、誘電材料および空気孔または他の誘電性空隙の体積分率は、同一の誘電率を有する（例えば、開口部を有する材料の体積分率に基づく）。誘電材料に対する空気孔または他の誘電性空隙の数もしくは体積が、減少するにつれて、誘電率も、減少する。各誘電体は、実際の部分と、複雑な部分とを有する。複雑な部分には、散逸率でもある、損失正接が、存在する。これは、減衰を引き起こす。目標は、誘電材料上の複雑な部分を最小限化することによって、減衰を限定することである。これは、誘電材料または複合材料が選択される方法である。

20

【0068】

いくつかの実施形態では、DSAのセンサ要素／角錐は、誘電材料から形成され、誘電材料を支持するように構成される、伝導性プレートを含むことができる。孔または他の誘電性空隙が、伝導性プレートによって支持される誘電材料内に形成されることができる。孔または他の誘電性空隙は、有効誘電率を変動させるために使用されることができる。抵抗率は、損失量を判定する。

30

【0069】

図18-24は、DSAのセンサ要素／角錐20の頂部前で終端する誘電材料を示すが、誘電材料は、DSAのセンサ要素／角錐の頂部を越えて進行する、および／またはDSAのセンサ要素／角錐を完全にカプセル化し得る。

【0070】

いくつかの実施形態では、RF開口（例えば、DSA）は、モジュール式プレートである。複数のDSAが、より大きいDSAを形成するように、選択的にまとめられることができる。

40

【0071】

さらなる異形では、DSAは、音響ベースのDSAまたは磁気ベースのDSAであり得る。磁気ベースのDSAは、数十ヘルツの周波数と同程度に低い、効率的な磁場捕捉を可能にするであろう。これは、潜在的に伝搬を最小限化するであろう。音響は、DSAが潜水艦上で展開されること、および水の存在下で動作することを可能にするであろう。

【0072】

図25を参照すると、DSA（例えば、拡張可能なモジュール式基板）は、伝導性プレートから形成される（または本明細書の種々の実施形態において説明されるように別様に形成される）複数のセンサ要素／角錐20を含むことができる。一実施形態では、DSA

50

の基部 10 が、センサ要素／角錐 20 を支持するように構成される、プリント回路基板（例えば、説明される i-PCB）から形成されることができる。回路基板は、バラン（すなわち、センサ要素／角錐 20）が装填される複数の開口部を含むことができる。開口部を伴う回路基板は、例えば、3D 印刷された形状因子（例えば、ブロック等）上に摺動可能に受容され得る、形状因子を生成する。言い換えると、回路基板は、バランとともに、（例えば、処理ノード 900（図 28 参照）を使用して）DSA の知能を記憶するように構成される「スマート基板」を形成することができる。スマート基板は、例えば、射出成型されることができる。本スマート基板は、任意の形状因子上に摺動可能に受容されることができる。スマート基板は、効率的に製造されることができる。

【0073】

図 26 に示されるように、DSA（例えば、拡張可能なモジュール式基板）は、伝導性プレートから形成される複数のセンサ要素／角錐 20 を含む（または本明細書の種々の実施形態において説明されるように別様に形成される）ことができる。前述の実施形態は、平坦な i-PCB 10 を採用しているが、図 26 の実施形態では、DSA の成形は、ドーム状である（または、より一般的には、例えば、いくつかのより具体的な実施形態では、固定された湾曲半径を伴う非平坦もしくは湾曲した表面 130 を有する）。（湾曲表面 130 に沿って形成されるセンサ要素／角錐 20 を含む）図 26 のドーム形状の DSA は、ビーム形成およびビーム操向を支援することができる。例えば、DSA は、例えば、飛行機の外部等の湾曲表面に付着されるように構成されることができる。ビーム形成を使用すると、ある一連の振幅が、DSA のセンサ要素／角錐 20 に印加され、側面負荷を失わせ、DSA に指向的に操向される、集中された指向性ビームを生成し得る。言い換えると、異なる要素の振幅が、変化され、隣接する要素間の位相偏移が、集中されたビームを DSA のセンサ要素／角錐 20 に指向するために使用されることができる。図 26 の例証的 DSA はまた、例えば、図 18-24 を参照して説明されるように、センサ要素／角錐 20 間に配置される、随意的誘電材料 132 を含む。

【0074】

図 27 を参照すると、1 つの DSA 206 と直接通信するアクセスノード 208（例えば、信号等を検出するための信号源／ノード）と、別の DSA 202（例えば、アレイとして形成され、電磁放射インターフェースまたは他の伝導性材料として機能し得る、複数の要素を含む、例えば、拡張可能なモジュール式基板）と通信する（例えば、信号情報等を中継するために使用される、例えば干渉ノードであり得る）中継ノード 204 とを含む、ネットワーク 200 が、示される。

【0075】

図 28 は、通信インターフェース 902 と、ユーザインターフェース 904 と、ソフトウェア 910 を記憶する記憶装置 908 を伴う処理システム 906 とを含む、処理ノード 900 の図式表現を示す。処理ノード 900 は、例えば、図 25 の DSA と併せて使用されてもよい。

【0076】

いくつかのさらに考えられる随意的側面および／または拡張が、以下のように列挙される。単一のポートを含む、アンテナ。センサ要素の一体型部品として形成されていない、ケーブル伝送ラインまたは伝送ライン。プレートを伴わない導電性テーパー状突出部および／またはセンサで形成される、内側導体ならびに／もしくは誘電材料（例えば、センサは、剛毛体構造の一部として形成される）。金属以外のものから形成される、または複数のアンテナから形成される、導電性テーパー状突出部。複数の導電性テーパー状突出部またはアンテナに対応する、伝送ライン。無作為の信号捕捉面積。波長と比較してより短い長さの導電性テーパー状突出部。小胞体のインピーダンスに合致する抵抗要素内の小胞体を終端させない（例えば、信号を「電氣的に暗転」させるための別の方法を見出す）。信号をデジタル的に転換し、入射電磁エネルギーのデジタルレプリカを生成しない。電子モジュールを使用し、反射信号の振幅を制御する、アクティブな表面を生成しない（例えば、実際の規模に関連する係数によって信号を増幅させる）。単一の水平／垂直回路基板に対応しな

10

20

30

40

50

い、ピクセルパーティション要素（導電性テーパ状突出部）。RF波以外のもの（例えば、本明細書に説明されるRF開口実施形態と同等に設計される、音響開口または磁気開口）を使用する。それぞれが周波数依存実効面積を有するようなパーティション要素を提供する。回路基板をパーティション要素の一部として形成する。言い換えると、回路基板を保持または支持する、ある材料のパーティション要素を形成する。パーティション要素はまた、回路基板であると考えられる。その一部として形成されるプリント回路基板を含む、印刷されたパーティション要素。パーティション要素上にある、またはパーティション要素を用いて形成されるプリント回路基板を使用し、パーティション要素の残部上でRF信号を誘導する、ならびに／もしくはそれを分散させること等を行う。いくつかの考えられる実施形態では、回路基板は、平衡伝送ライン内で終端する。支持基板（例えば、例証的なi-PCB10）は、代替として、導電性テーパ状突出部またはパーティション要素の一部として形成され得る。基板上に位置付けられていない、または導電性テーパ状突出部もしくはパーティション要素を囲繞する、伝導性の「座部」または「パッド」。これは、銅等の「伝導性」の座部またはパッドを指す。伝導性ではない座部またはパッドは、（音響開口の場合には）ポリマー等の音響応答をもたらす材料を使用し得る。同様に、異なる性質もまた、RF波を変換するために提供され得る。

【0077】

以下において、導電性テーパ状突出部のいくつかのさらなる例証的実装が、説明される。いくつかの実施形態では、これらは、以下の実施例におけるように、中実要素である。

【0078】

突出部は、（平坦または湾曲した）表面にしっかりと搭載され、突出部の各面に沿って離散電気接点を作製するべきである。突出部は、少なくとも3つの面と、面を接続する、3つの辺とを有する、丸みを帯びていない突出部であってもよい。過度の「遊び」またはインターフェース基板と突出部との間の結合されていない移動は、RF性能の低下をもたらし得る。

【0079】

図29-31を参照すると、ある実施形態は、導電性テーパ状突出部300と、伝導性トレース304を含有するインターフェース基板302とを採用する。突出部300は、例えば、容易に入手可能、高性能、かつコスト効率的である、銅またはアルミニウムの金属棒素材等の中実の伝導性材料から作製される。例証的な導電性テーパ状突出部300は、四角錐の形状を有する。突出部300は、一貫した圧力を基部縁に沿って作製させる、ねじまたは他のねじ式締結具306を用いて基板302に対して保持される。本圧力は、図29に見られるように、伝導性トレース304が回路基板302の非伝導性要素よりわずかに高く、伝導性トレース304が露出されているため、電気接点を確実にする。搭載された突出部300を伴う構成の上面図が、図30に示される一方、図31は、インターフェース基板302単独の上面図を示す。本設計では、突出部300は、伝導性表面に対する突出部300の適切な配向を維持する、少なくとも1つの小さい突起（例証の実施形態では、2つの小さい突起308）を有する。突出部300は、ねじがインターフェース基板302内の貫通孔312を通して通過した後にねじ306を受容するようにねじ山が付けられている、心合孔310を有する。本搭載方法は、突出部300の長さとは無関係であり、そのため、基板302の表面の上方の突出部300の高さは、自由な設計パラメータである。

【0080】

図32-35を参照すると、非PCBインターフェース基板（すなわち、プリント回路網を含まないインターフェース基板）と協働するような突出部の搭載を可能にする、ある実施形態が、示される。本搭載方法は、シート商品を使用し、角錐とインターフェース基板の下方の垂直基板（図32-36に図示せず）を電氣的に接続する。図32および33は、それぞれ、例えば、四角錐の形状を有する、図29-31におけるものと同一の設計であり得る、好適な導電性テーパ状突出部300の側面隔離図ならびに底面隔離図を示す。ここで、突出部300は、導電性（例えば、金属）搭載部320上に着座する。突起3

10

20

30

40

50

08が搭載部320の孔322内に捕捉された状態にある、搭載部320が、図34に単独で示される。搭載部のタブ324（図34において標識される）が、次いで、図35の分解斜視図に示されるように、インターフェース基板330を通して挿入され、突出する。ねじ306が、次いで、インターフェース基板330の裏側から個別の搭載部320を通して個別の突出部300の心合孔310の中に進行する。再び、搭載部は、異なる高さの突出部300と併用されることができる。本構成では、搭載部320は、基部のサイズも同様に置換可能であるように設計されることができる。インターフェース基板330を通して搭載されるタブ324が、同一の場所にある限り、搭載部のサイズは、自在に変更されることができる。図35に示されるように、本設計は、インターフェース基板330が、導電性テーパ状突出部300のアレイをRF伝送モードおよび／またはRF受信モードにおいて動作させるための電気回路網を含有し得る、非導電性の筐体であることを可能にする。

10

【0081】

図36を参照すると、別の実施形態は、図29-35の実施形態の突起308が陥凹348によって置き換えられている、導電性テーパ状突出部340を採用する。本実施形態では、図29-35の実施形態のインターフェース基板330が、陥凹348と噛合する突起352を含む、インターフェース基板350によって置き換えられている。言い換えると、凸面の突起308が、孔348に置き換えられ、これは、いくつかの製造プロセスでは、機械加工時間、したがって、コストを低減させ、より少ない材料廃棄をもたらす。そうするために、インターフェース基板350は、それ自体に突起352を供給するように設計される。インターフェース基板350は、例えば、射出成型されるか、または付加製造によって生産されてもよく、両方の場合において、突起352の包含は、材料または型化コストを殆ど生じさせない。中実の金属突出部300上の金属突起308と同一の強度のために、非金属インターフェース基板350上の突起352は、その材料組成に起因してより大きくあるべきであるが、これは、搭載部320および突出部340の孔サイズの拡大がコストまたは性能に影響を及ぼさないため、損害を及ぼすものではない。

20

【0082】

異形アプローチでは、突起の使用が、両方のねじが固着されている突出部の中心からオフセットされている状態で第2のねじを使用することによって排除される。2つのねじを使用することは、2つのねじ立てステップを要求し、ねじの数を倍増させ、締結に費やされる時間を倍増させる。

30

【0083】

図37-39を参照すると、いくつかの設計では、導電性テーパ状突出部が、種々の幾何学形状でファセット化される。述べられるように、図30および35に示されるような導電性テーパ状突出部300は、4重回転対称性を伴う四角錐である。図37は、また、四角錐であるが、2重回転対称性のみを伴うある実施形態を示す。本設計は、対向する直交偏波に沿った異なる感受性および信号チェーン複雑性を支援し得る。図38は、導電性テーパ状突出部が6重回転対称性を伴う6面（すなわち、六）角錐である、ある実施形態を示す。六角形構造は、3つの異なる偏波を提供する。これは、偏波を精密に測定または伝送することが必要であるとき、もしくは表面積あたりの信号チェーンの数がより多く、したがって、その同一の面積のための伝送電力を増加させ、ノイズを低減させるときに有用である。図39は、導電性テーパ状突出部が3重回転対称性を伴う3面（すなわち、三）角錐である、ある実施形態を示す。これらは、図38の六角形設計に類似する性質を有する。より一般的には、幾何学形状がモザイク式であり得るいかなる構成も、可能性として考えられ、最も簡単なものは、それ自体のみでモザイク式であり得る幾何学形状である。

40

【0084】

以下において、導電性テーパ状突出部のいくつかのさらなる例証的実装が、説明される。これらの実施形態では、突出部は、例えば、以下の実施例におけるように、プレートによって形成される、中実の要素である。

【0085】

50

中実の導電性テーパ状突出部の製造は、起電力が、突出部の外側表面上を結合された R F 放射の特定の周波数のスキン深度に等しい深度のみまで流動するため、R F 性能に影響を及ぼさない、実質的な量の内部材料を使用する。中空の導電性テーパ状突出部を採用することは、重量、材料コスト、および加工コストを削減することができる。中空突出部は、導電性プレート等のシート商品から作製されることができる。次に議論される種々の実施形態では、導電性プレートは、凸面の支持部を有してもよい、または独立型もしくは自立型プレートであってもよい、または凹面の支持部を有してもよい。

【0086】

D S A の市場受入のための重要となる属性は、同等の性能あたりのサイズと、重量と、電力と、コスト (S W A P - C) とを含む。(円錐形の突出部と対照的に、図 30、35、および 37-39 のもの等の) ファセット化された導電性テーパ状突出部を使用することは、中実のアルミニウムまたは銅素材からファセット化された突出部を機械加工することを促進する。便宜的であるが、有意な材料が、中実突出部内で使用され、著しい型化時間が、D S A のコストおよび重量の両方を上昇させる。電磁波は、突出部の中にわずかな深度 (すなわち、スキン深度) のみ進行するため、外側表面の最初の数マイクロメートルのみが、導電性である必要がある。スキン深度に関する計算は、以下の通りである。

【数 3】

$$\delta = \sqrt{\frac{\rho}{\pi f_0 \mu_r \mu_0}} \quad (1)$$

式中、

【数 4】

δ

は、スキン深度であり、

【数 5】

ρ

は、材料の抵抗率であり、

【数 6】

f_0

は、着目周波数であり、

【数 7】

μ_r

は、材料の比透磁率 (銅およびアルミニウムに関して、約 1) であり、

【数 8】

μ_0

は、自由空間の透磁率である。D S A 設計の電流発生に対する着目周波数、すなわち、100 MHz およびそれを上回るものに関して、スキン深度は、10 マイクロメートル未満である。結果として、D S A 突出部の伝導性表面は、電流が突出部から信号チェーンに流動することを支援するために、各側面上において、厚さがいくつかのスキン深度、例えば、5~10 ミクロンであることのみが必要である。

【0087】

図40および41を参照すると、導電性テーパ状突出部400が、棒素材から適切にミリング加工され、次いで、余剰材料が除去される仕上げステップによって処理される。図40は、単一のねじが立てられたねじ孔402が構造の中心に維持され、残りの材料が、ミリング加工で除去され、機械的剛性のために適切である、材料の厚さを保定する、本アプローチのある実施例を示す。図40は、中空突出部400の内側に配置される中心円筒支持部404を示す。例証的な中心円筒部404は、突出部の上部まで延在する、円形断面を有するが、しかしながら、本円筒支持部は、重量の中程度の不利益のみを伴う、機械加工するためにより迅速であろう、正方形または長方形断面を有し得る。本解決策は、突出部の重量を低減させるが、これは、中実突出部と比較されると型化時間、したがって、コストを増加させ、中実突出部と同一の材料コストを維持する。

10

【0088】

導電性テーパ状突出部400は、除去的なミリング加工ではなく、鑄造または付加製造によって製造され得る。鑄造は、製造コストおよび材料廃棄を低減させ、大量の用途においてのみ好適である。鑄造によって製造された突出部400は、おそらく、粗面を有し、機械的剛性のために必要であるよりも厚いであろう。付加製造に関して、材料は、伝導性でなければならず、適用可能な技術を限定する。概して、付加製造が、最も高価であり、ミリング加工が、次いで、高価であり、粗面をもたらすであろう。

【0089】

以下では、導電性テーパ状突出部を製造するためのプレートベースのアプローチが、説明される。3つの異形のプレートベースのアプローチ、すなわち、凸面の支持部を使用するアプローチ、独立型、すなわち、自立型であるアプローチ、および凹面の支持部を利用するアプローチが、説明される。

20

【0090】

図42-48を参照すると、凸面の支持部を採用するある実施形態が、説明される。ここでは、個々の導電性（例えば、金属）テーパ状プレート420（図42に、代替斜視図に単独で示される）が、図43および44に、代替斜視図に示される誘電性構造422によって内部的に支持される。各導電性テーパ状プレート420は、底部において、プレートを突出部の基部を越えて電氣的に延在させ、インターフェース基板（PCBまたは非PCB）もしくはインターフェース基板の下方に位置する垂直基板、またはいくつかの他の電子機器との電気接続を作製する、タブ424を有する。各プレート420はさらに、プレート内に、突出部が終結する点に屈曲部426を有する。屈曲部426は、プレート420がインターフェース基板を通して90度の角度において進行することを可能にする。随意であるが、本屈曲構成は、材料を節約し、より容易な接続を提供する。第3の特徴は、テーパ状突出部の平面の下方の角度付けられた延在部428である。本角度付けられた延在部428は、インターフェース基板と噛合し、基板の中への摺動および積極的捕捉を確実にする。これはまた、屈曲部426における強度を増加させる。

30

【0091】

導電性テーパ状プレート420が、図43および44に示される誘電性構造422によって支持される。本構造は、その中に4つの個別の導電性テーパ状プレート420が噛合する、（例証的な4面のファセット化された突出部のための）4つのテーパ状（例えば、「V」字形状）の受器430（図43において標識される）を有する。噛合は、導電性の「V」字形状（より一般的には、テーパ状）のプレート420の縁を捕捉し、導電性テーパ状プレート420が図45および46の代替斜視図に示されるように中に摺動することを可能にする、「V」字形状（または、より一般的には、テーパ状の）受器430によるものである。導電性テーパ状プレート420は、したがって、導電性テーパ状突出部400のファセットを画定する。図44および46に見られるように、誘電性構造422の底部は、いったん合致した位置決め孔442を伴う（図47に単独で示される）インターフェース基板440上に搭載されると回転を防止するための2つの突起432を有する。加えて、中心において、ねじを受容するためにねじ山がつけられる、またはリベットのために平滑化され得る、孔444が、存在する。本孔において使用される締結具は、インター

40

50

フェース基板の裏から支持構造の中に進行し、アセンブリ全体をともに堅性に保持する。いったん組み立てられると、本システムは、上側に搭載される5つの導電性テーパ状突出部420、422を示す、図48、および突出するタブ424を伴う裏側を示す図49の外観を有する。

【0092】

本プレートベースのアプローチの恩恵は、これが、中実突出部設計と置換可能であり、中実またはプレートベースの突出部タイプの選定が用途毎に行われることを可能にすることを含む。加えて、プレート設計構成は、より軽量であり、中実突出部または中空化された突出部アプローチより有意に低い材料コストを有する。誘電性支持部422は、より多い製造体積のための射出成型プロセスによって、または少ない製造体積における付加製造を介して形成されることができる。組立時間が、支持構造の中へのプレートの挿入のステップに起因してわずかに増加される。1つのRF性能恩恵は、電氣的に絶縁されているプレートが、伝導性経路がファセット間に存在する中実または中空化された突出部と比較して、より高い交差偏波絶縁を提供し得ることである。

【0093】

前述の実施例では、内部構造（すなわち、誘電性支持部422）が、プレート420を支持するために要求された。しかしながら、RF性能を低下させ得る機械的共鳴につながる、ファセット化された導電性テーパ状突出部の個々の側面の完全な絶縁が、実験において示されている。これらの課題に対処するために、内部構造を必要としない、独立型突出部を提供するためのいくつかの例証的構成が、以下に開示される。これらの導電性テーパ状突出部は、コストをさらに低減させる、シート商品を使用して加工される。実施例のうちのいずれも、はんだ付けを適用する、または1つの面上に位置するタブが隣接する空間上の切り欠き部の中に摺動する、タブを付けられた接続を生成することを通して、全長にわたる縁において、もしくは点において付着され得る。点ベースのはんだ付け解決策は、これが、面を堅性に付着させることによって機械的共鳴を排除しながら、依然として、かなりの量の交差偏波絶縁を可能にする点で、理想的であり得る。

【0094】

続くいくつかの例証の実施例は、単純化のためにある点に到達する突出部を示す。しかしながら、点に到達することは、必要ではなく、機械的強度または加工のし易さのために、突出部の上部が、突出部の底部に合致されるように、サイズがより小さく成形されることができる。

【0095】

ある実施例が、図50および51に示される。本実施例では、図51は、図50に示されるように、金属シートからの単一ピース型カットアウト452を折曲することによって形成される、ファセット化された導電性テーパ状突出部450を示す。図50に、折曲するステップに先立って最も詳細に図示されるように、カットアウト452は、小さい正方形頂点ファセット456において（または、代替として、図52-54の代替実施形態に見られるような頂点において）衝合する、（本実施例では）4つのファセット454を含む。単一ピース型カットアウト452のファセット454が、頂点ファセット456（または頂点）とのそれらの接合部において折曲され、ファセット化された導電性テーパ状突出部450を形成する。各ファセット454は、図51に見られるように、インターフェース基板460の中に噛合し、RF回路網と電氣的に接続する、頂点ファセット456（または頂点）とのその接合部から遠位のタブ458を含む。図51の組み立てられた突出部450では、近隣するファセット454の縁が、随意に、はんだ付けまたは噛合タブ（図50および51に示されていない特徴）によって随意に接続されてもよい。今記載されたように、頂点ファセット456は、随意であるが、機械的強度を追加することができる（頂点ファセット456が省略された場合、4つのファセットは、頂点において一体化する）。

【0096】

図52を参照すると、図52の下部分に示されるファセット化された導電性テーパ状突

10

20

30

40

50

出部 470 と、図 52 の上部分に示される対応する単一ピース型カットアウト 472 とを伴う、異形実施形態が、示される。本実施形態は、本実施形態の 4 つのファセット 474 がある点に到達するように、図 50 および 51 の実施形態の頂点ファセット 456 を省略する。加えて、図 50 および 51 の実施形態のタブ 458 が、省略され、それらの地理場所において、底部プレート 476 が、カットアウト内のファセット 474 のうちの 1 つに取り付けられる。底部プレート 476 は、ボルト頭またはリベット等の締結具 478 を捕捉するための開口部 477 を有する。ボルトが、使用される場合、いったん折曲が完了すると、突出部 470 の内側がアクセス可能ではなくなるため、折曲の完了前に、取付が、実施される。いったん折曲されると、突出部 470 が、ある点において、または縁全体に沿ってはんだ付けされることができ、もしくはタブが付けられた接続が、使用され得る（特徴は、示されず）。代替として、ファセット 474 の底縁が、インターフェース基板にはんだ付けされ得る、または底部が、折曲され、インターフェース基板の上に静置する、タブを生成し得る。本異形は、軽量である。これは、良好な交差偏波絶縁を提供することができる。しかしながら、折曲の本質は、いかなる機械的接続も存在しないため、RF 性能の変動性をもたらし得る。加えて、単一のねじを伴う図 52 に示されるように、角錐は、締まり嵌めのみが、面を電氣的に付着させるために使用される場合、回転し得る。2 つのねじに底部プレート 476 を締結させることは、付着ステップの数を倍増させるが、回転課題を排除するであろう。本実施形態では、PCB が、インターフェース基板が突出部 470 に電気接続を提供するために、適切に使用される。さらに、ファセット 474 のうちの 1 つを上回るものの上に底部プレートを提供すること等の、変形例が、考えられ、そのため、折曲されると、底部が複製され、したがって、材料の重量およびコストの不利益を支払って、剛性ならびに一貫性を追加する。

【0097】

図 53 を参照すると、別の例証的なファセット化された導電性テーパ状突出部 480 が、図 53 の下部分に示され、対応する単一ピース型カットアウト 482 が、図 53 の上部分に示される。本実施形態は、図 50 および 51 のものに類似し、タブ 458 を伴う 4 つのファセット 454 を含むが、頂点ファセット 456 は、4 つの（側面）ファセットが、ある点に到達するように、省略されている。また、図 50 および 51 の実施形態の頂点ファセット 456 を、例えば、引き込み動作によって形成される、丸みを帯びた頂点と置き換えること等の、さらなる異形が、考えられることにも、留意されたい。図 50 および 51 ならびに 53 の実施形態のタブ 458 に関して、タブ 458 は、突出部 480 が、（例えば、図 51 および図 53 の底部におけるような）その最終形状に屈曲されると、インターフェース基板 460 に 90 度の角度で衝合するように屈曲される。タブ 458 は、インターフェース基板 460 がプリント回路基板（PCB）であるとき、インターフェース基板 460 の電気トレースにはんだ付けされることができ、これは、インターフェース基板 460 に対する導電性テーパ状突出部 450、480 の強力な機械接続および電気接続を可能にする。代替として、タブ 458 は、インターフェース基板を通して通過し、下方の垂直基板に付着されることができ、随意に、ファセット 454 の近隣する縁が、はんだ付けまたはタブおよび受容部配列（図示せず）を使用して継合されることができ、本方法は、これが、重量を低減させ、PCB へのタブの継合以外の機械的接続を要求しない点で、平坦底部バージョンを改良する。タブ 458 の使用は、図 52 の実施形態におけるもののような底部プレート 476 を使用するアプローチと比較して、組立時間および全体的なシステムサイズ、重量、ならびにコスト（SWAP-C）を低減させる。

【0098】

図 54 を参照すると、別の例証的なファセット化された導電性テーパ状突出部 490 が、図 53 の下部分に示され、対応する単一ピース型カットアウト 492 が、図 53 の上部分に示される。本実施形態は、それぞれが、ファセット 494 の角においてオフセットして位置付けられるタブ 498 を伴う、4 つのファセット 494 を採用する。ここでは、インターフェース基板 460 は、少なくとも、タブに追加された三角形のファセット 494 の深度の厚さを有する。例証的なタブ 498 は、一側にオフセットされているが、これは

、代替として、三角形が両側に追加された状態で、中央にあり得る。

【0099】

図55を参照すると、凹面の（すなわち、外部）支持部を伴うプレートを採用する、ある実施形態が、開示される。DSAは、導電性テーパー状突出部を保護し、外部接触のための安全な表面を提供するための、レードーム（すなわち、随意に耐候性であり得る、構造的エンクロージャ）を含んでもよい。本実施形態では、レードーム500は、テーパー状突出部形状の陥凹504を伴う形態502を含む、または画定する。導電性テーパー状突出部506を構築するために、金属のシートが、（例えば、図55に破線508によって図式的に表示された位置において）形態502の上に敷設され、次いで、打抜が、印加され、シート金属をテーパー状突出部形状の陥凹504の中に押し込む。代替として、別個のシートが、各突出部506を形成するように打抜されてもよい。打抜は、突出部506と同一の断面内に成形されてもよい。（図式図55では、間隙が、テーパー状突出部形状の陥凹504および突出部506を区別するために、それらの表面間に示されているが、しかしながら、実際の加工では、テーパー状突出部506は、テーパー状突出部形状の陥凹504の対応する表面に対して圧迫され、それに接触しているであろうことに留意されたい。）本アプローチは、ある恩恵を有する。これは、DSA組立の自動化を促進する。これはまた、突出部506のための支持を提供し、それによって、より薄い材料およびより高いレベルの環境的口バスト性を可能にする。レードーム500は、プラスチック等の誘電材料から作製されるべきであり、射出成型または3次元（3D）印刷技術等の製造アプローチによって加工されることができる。射出成型は、強力、軽量、かつ低コストのレードームを建設することができる。形態502が、中実である必要がなく、代替として、大部分が空虚であり得ることに留意されたい。

【0100】

以下では、インターフェース基板が、金属（例えば、接地面を伴うPCB）である場合、DSAのRF性能に悪影響を及ぼし得るという、本明細書において認識される課題に対処する、いくつかのさらなる例証的実装が、説明される。

【0101】

DSAアーキテクチャは、導電性テーパー状突出部間の間隙のすぐ背後に導電性材料を伴わない場合に、最良に稼働する。他方では、大部分の無線周波数構成要素は、接地面、例えば、接地面を伴うPCB上に近接して搭載されると、最良に性能を発揮する。本課題に対処するために、本明細書に開示されるいくつかの実施形態は、突出部が搭載される表面に対して垂直に搭載される、PCBを採用する。

【0102】

図2のもの等のDSA設計では、突出部20が、プリント回路基板（PCB）10に直接搭載され、PCB10の対向側面が、RF構成要素（例えば、図2の実施例のチップバラン30）を搭載するために使用される。PCB10は、「上部」の突出部20をバラン30に接続する伝導性トレースを伴う、少なくとも2つの層を有し、内側層（2つを上回る層が存在するとき）または外側層のいずれかを浸水接地面として有する。浸水接地面は、伝導性材料で表面を可能な限りの範囲まで充填することによって、電気が流動するための低抵抗表面を提供する。接地面は、RF構成要素性能を改良するために含まれる。

【0103】

図56を参照すると、これは、導電性テーパー状突出部20および（図2の実施形態のPCB10の一部である）下層の接地面510を示すことによって、図式的に図示される。突出部20が搭載される同一の基板（すなわち、PCB10）と一体化されている接地面510は、突出部20の基部における突出部20間の間隙から1つの完全な波長未満分離れて搭載されている、導電性表面をもたらす。図56は、突出部空間の中に戻る入射無線周波数波の反射に起因する、結果として生じるRF干渉を図式的に示す。干渉は、建設的または破壊的の両方であり得るが、全体的な結果は、広帯域性能の低下、および複数の到来角ならびに周波数におけるそのような干渉を解決するために要求される設計の複雑性の増大である。

【0104】

1つの解決策（図示されず）は、連続的接地面を、突出部の基部の下に延在するが、突出部の間に延在しない、接地面に置き換えることである。そのようなアプローチでは、RF構成要素は、これが突出部の基部の下に完全に嵌合するように、十分に小型化されるであろう。しかしながら、本アプローチは、複雑な「グリッド様の」接地面および非常に小型化されたRF構成要素を要求するであろう。

【0105】

図57を参照すると、別の解決策が、図示される。伝導性表面、すなわち、接地面510を、さらに、次いで、突出部20の基部から1つの波長分離れるように移動させることによって、PCBは、（例えば、図2におけるように）衝突的電磁波に対して垂直の配向において使用されることができる。本アプローチは、堅性の支持を提供する、突出部20からPCBへのスタンドオフ520と、突出部20の面毎に伝導性接続522、例えば、突出部20が正方形または長方形であるとき、4つの接続522とを提供することを伴う。異形実施形態（図示せず）では、伝導性接続522は、別個のスタンドオフ522が随意に排除され得るように、堅性の支持を提供する。スタンドオフは、突出部20の基部と接地面510との間に間隔524を提供する。本アプローチは、低周波数にわたって、必要な間隔524が大きい状態になり、これが、剛性を低減させ、衝撃および振動下での破損につながり得るため、より高いRF動作周波数のために最も好適である。例えば、400MHzにおいて、スタンドオフによって提供される間隔524は、およそ0.75メートルである必要があろう。対照的に、10GHzにおいて、スタンドオフによって提供される間隔524は、3センチメートルであることのみが必要であろう。

【0106】

図58を参照すると、別の解決策は、非導電性のインターフェース基板550上に導電性テーパ状突出部20を搭載し、インターフェース基板550に対して直角に配向される垂直プリント回路基板（PCB）560上にRF構成要素552を搭載することである。すなわち、導電性の接地面を伴うPCBであるインターフェース基板上に突出部20を搭載することではなく、図58の実施形態では、誘電性基板インターフェース基板550が、使用される。誘電性インターフェース基板550の上部表面が、突出部20を支持し、RF構成要素552を支持するためのPCB560のセットが、表面550に対して垂直に配向される。垂直PCB560は、PCB560の接地面にわたって搭載されるRF構成要素552を含有または支持する。（図58に示される）一実施形態では、突出部20の各行間に位置する、垂直PCB560が、存在する。別の実施形態（図示せず）では、突出部の各行の下層に、1つの垂直PCBが、存在する。垂直PCB560を突出部20の列間に設置することは、DSAを差動モードにおいて動作させるために非常に好適である。

【0107】

インターフェース基板550は、プラスチック（例えば、アクリロニトリルブタジエンスチレン、すなわち、ABS）等の任意の堅性または半堅性の誘電材料から製造されることができる。代替として、インターフェース基板550は、プリント回路基板（PCB）であるが、連続的な接地面を含まないものであることができる。接地面を伴わないが、導電性トレースを伴うPCBをインターフェース基板550として使用することは、（接地面を有していない）垂直PCB560との接続への突出部20間の信号のより容易な接続を可能にする。1つのアプローチでは、垂直PCB560への接続は、カード縁コネクタを採用する。接地面を伴わないPCBをインターフェース基板550として使用することはまた、縁がPCBの直接上の負荷に伴って終端され、設計を単純化させることを可能にする。しかしながら、接地面を伴わないPCBをインターフェース基板550として利用することは、誘電材料のシートを使用することよりもコストを上昇させる。シート誘電体は、対応する直角ブラケット、縁コネクタ、ほぞ等を伴う、ねじ孔等の種々の締結構成を介して垂直PCBを捕捉するために作製されることができる。別の選択肢は、突出部20を付着させる、突出部20のための搭載部、ねじ、リベット、または同等物を通した搭載

部および表面、ならびに垂直PCB560に機械的および電氣的に付着される搭載部を生成することである。搭載部は、はんだ付けまたは、随意にねじによって補助される圧縮タッピングされてもよい。

【0108】

いくつかの実施形態では、インターフェース基板550は、DSAのための筐体の一部を形成し、例えば、インターフェース基板550は、5面ボックスエンクロージャ筐体の一側であることができる。表面は、突出部および随意のレドームを搭載する一方、底部は、随意の裏側カバーのための接続点を有する（図64ならびに65参照）。

【0109】

いくつかの実施形態では、垂直PCBの縁560は、インターフェース基板550に固着される。本配列では、垂直基板560は、衝撃または振動下にあるとき、応力を受ける。これらの応力は、図59に示されるように、インターフェース基板550を堅性に搭載することによって、および／または垂直基板560の縁をインターフェース基板550から遠位に固着するように、インターフェース基板550と平行に配向される、第2の支持基板562の包含によって緩和されることができる。第2の支持基板562はまた、垂直基板560が、第2の支持基板562を突出部20の基部から1つを上回るRF波長分離して位置付けるために十分なサイズでない限り、接地面を含有するべきではない。

【0110】

図60は、図58に説明される概念を組み込むDSAの平面図を示す。ここでは、インターフェース基板550の上側表面は、垂直の行基板560の、突出部20の列および随意の縁終端566への相互接続564を可能にする、（接地面を伴わない）PCBである。図60の設計はまた、随意に、衝撃および振動に対するロバスト性を改良するように、アセンブリの機械的剛性を改良し得る（図60の図から遮られる）第2の支持基板562を含むことができる。第2の支持基板562が、含まれる場合、これは、随意に、さらなる信号チェーン要素への接続を単純化する、垂直の行基板560間の電気接続の付加的なルーティングを含むことができる。前述のように、垂直基板560が、第2の支持基板562を突出部20の基部から1つを上回るRF波長分離して位置付けるために十分なサイズである場合、第2の支持基板562もまた、接地面と、RF構成要素とを含んでもよい。

【0111】

図61-63を参照すると、別の実施形態では、垂直基板の2つの直交するセット560、570が、提供される。（「行基板」とも称される）垂直基板のセット560は、インターフェース基板550に対して垂直である一方、（「列基板」とも称される）垂直基板の別のセット570は、インターフェース基板550に対して垂直であり、また、行基板560に対しても垂直である。本実施形態では、行基板560および列基板570は、カットアウト572を含み、行基板ならびに列基板560、570が、ともに噛合し、その全てがインターフェース基板550に対して垂直である、垂直基板560、570の2次元グリッドを形成することを可能にする。これは、電気接続を突出部20の行および列の両方に提供することを促進し、相互に噛み合わされる行基板ならびに列基板560、570のグリッドは、付加的剛性をアセンブリに提供する。カットアウト572は、交差する行PCBおよび列PCB560、570が交差し、相互に噛み合うことを可能にする。カットアウト572が、（例えば、接着剤によって）組み立てられるときに機械的に添着される、または締め込みを有する場合、アセンブリは、自立型2次元グリッドの状態になる。図61-63に示されていないが、図59の実施形態の第2の支持基板562もまた、含まれ、剛性をさらに向上させることができる。交差する行垂直基板および列垂直基板560、570を使用する本方法の恩恵は、これが、突出部20の行ならびに列の両方への電気接続を単純化させ、アセンブリの剛性を改良し、随意に、（相互に噛み合う行基板および列基板560、570によって提供される改良された剛性に起因して）第2の支持基板562を省略することを可能にするを含む。再び、インターフェース基板550は、任意の非導電性材料から作製されることができる、または浸水充填を伴わない（すなわち、連蔵的接地面を伴わない）PCBであることができる。しかしながら、列基板およ

10

20

30

40

50

び行基板 560、570 の両方の使用は、インターフェース基板 550 上での導電体の必要性を緩和し、したがって、インターフェース基板 550 がプリント回路網を伴わない単純な誘電性基板であることを可能にすることができる。

【0112】

図 64 および 65 を参照すると、図 61-63 の実施形態を含む、完全な DSA アセンブリが、示される。図 64 は、DSA アセンブリの分解斜視図を示す。本実施形態は、第 2 の支持基板 562 を含まない。図 64 の DSA アセンブリでは、インターフェース基板 550 は、図 65 に単独で示される、5 面筐体またはエンクロージャ 580 の表面である。突出部 20 は、(図 36 に前述に図示され、それを参照して説明されるように)ねじ 306 によって固着される、個別の搭載部 320 上に配置される(搭載部 320 は、図 34 に前述に図示され、それを参照して説明された)。図 64 の DSA アセンブリはさらに、関連するガスケット 584 を伴うレードーム 582 を含む。レードーム 582 は、導電性テーパ状突出部 20 にわたって、およびエンクロージャまたは筐体 580 の一部もしくは全てにわたって嵌合し、締結具 586 によって固着される。エンクロージャまたは筐体 580 の裏側には、背面カバーもしくは支持部 588 および関連するガスケット 590 が、提供され、締結具 592 によって DSA アセンブリに固着される。本設計は、インターフェース基板 550 を、また、5 つの定寸された筐体 580 の表面を形成する、誘電性表面として利用する(図 65 も参照)。筐体 580 は、内面(図示せず)上に、垂直基板 560、570 の縁を補足し、それによって、衝撃および振動持続可能性を向上させる、溝を含有する。インターフェース基板 550 (随意に、全体的筐体 580)は、例えば、付加製造または射出成型によって加工される、単一ピース型プラスチック構成要素であってもよい。記載されるように、突出部 20 は、個別の搭載部 320 に接続し、これは、次いで、行基板および列基板 560、570 に機械的かつ電氣的に付着する。搭載部 320 は、打刻された金属から作製されることができ、これは、突出部 20 の材料および加工コストを有意に減少させる。

【0113】

本明細書に開示される DSA 設計は、広い範囲の RF 構成要素構成とともに採用されることができる。以下において、開示される DSA と適切に併用される、いくつかの例証的な信号チェーンが、提示される。

【0114】

DSA は、異なるモードにおける電磁気捕捉および／または起動(用途に依存する)のために自由空間とインターフェースをとり、これは、これが 2 つの点間の RF 信号の差異を徐々に減らすことを意味する。大部分の商業的な市販の RF 回路網は、信号が単一の導体上にあり、接地を参照する、動作のシングルエンドモードを呈する。DSA アーキテクチャは balan (すなわち、「平衡／非平衡」と称される変換器を通してシングルエンド回路網と協働するように作製されることができる。これは、側面図(上側図面)および上面図(下側図面)を示す、図 66 に図示される。図 66 は、balan 600 が導電性テーパ状突出部 20 を接続し、差動信号をシングルエンド信号に転換する、RF 結合を示す。図 66 は、(任意の $M \times N$ DSA 構成まで延在し得る(M および N はそれぞれ、1 を上回る、またはそれに等しい、整数である)) 3×2 DSA 構成を示す。この場合、導電性テーパ状突出部 20 は、4 面のファセット化された角錐であり、各ファセットは、balan 600 の差動側面を通して近隣する突出部 20 の対向するファセットに接続される。本明細書では、本空間は、ピクセルと称される。

【0115】

概して、balan は、信号チェーンのある形態に接続され、2 つの特定の実施形態が、図 67 に示される。図 67 の実施形態は、送受信機、すなわち、伝送(TX)動作および受信(RX)動作の両方を提供する、DSA に関する。伝送機のみ、すなわち、伝送(TX)動作のみを提供する DSA、または受信機のみ、すなわち、受信(RX)動作のみを提供する DSA が、所望される場合、スイッチ 614 (上側時分割複信化信号チェーン 610)もしくはサーキュレータまたはデュプレクサ 616 (下側周波数分割複信化もしくはは

完全複信化信号チェーン612)が、省略されることができ、必要とされていない経路(TXまたはRX)も、省略されることができる。図67はまた、 balan 600への信号チェーン610、612の直接的付着を示し、突出部20および信号チェーンの対向する面の数間の1対1の比率を等しくする。

【0116】

図67の上側部分は、RX/TXスイッチ614を使用する、信号チェーン610のある実施例を示す。信号チェーン610の設計は、伝送回路を伴う受信回路に直接給電しない。スイッチ614は、TX経路およびRX経路を絶縁する機能としての役割を果たす回路610は、多くの場合、時間ドメイン複信化(TDD)と呼ばれる、同時に伝送ならびに受信の両方を行うことはできない。しかしながら、DSAの電気アーキテクチャは、たとえ開口効率の減少を伴いながらも、同時に、RXモードにおいて動作する、いくつかの信号チェーン610と、TXモードにおいて動作する、いくつかの信号チェーンとを有し、同時に伝送動作および受信動作の両方を提供してもよい。信号チェーン610内でのスイッチ614の使用は、スイッチが低コストであり、容易に入手可能であり、高電力を取扱い得、広い帯域幅にわたって動作し得るという恩恵を有する。

【0117】

図67の下側部分は、周波数分割複信化(FDD)または完全複信化(FD)のいずれかにおいて動作することが可能である、信号チェーン612のある実施例を示す。FDDは、別個の周波数上で伝送および受信し、受信された信号から伝送周波数をフィルタ除去することによって同時に伝送および受信することを可能にする。ここでは、スイッチ614が、ダイプレクサまたはサーキュレータ等の構成要素616によって置き換えられる。ダイプレクサが、周波数によって伝送および受信を分割する一方、サーキュレータが、伝送エネルギーが、主としてRX経路の中への反射を回避することを可能にする、一連のゲートのように作用する。ダイプレクサは、調節可能ではなく、周波数動作(例えば、指定された伝送および受信周波数または周波数帯域)に対する内蔵設計アプローチを要求する。典型的な商業的に利用可能なサーキュレータは、帯域幅内でおおよそ1GHz(または1オクターブ)を超過しない。これは、例証的信号チェーン612等の信号チェーンを使用することにおいてDSAに制約を加える。FDは、信号チェーンが同一周波数上で同時に伝送モードおよび受信モードの両方において動作しながら、TX経路からのRX経路の隔離を維持し得ることを意味する。これは、一般的には、逆信号を通してTX経路をRX経路に接続する、キャンセル回路網と組み合わせられる、異なるアンテナまたはサーキュレータを使用するステップを通して達成される。DSAアーキテクチャは、突出部20の異なるセット上にTX経路と、RX経路とを有し、したがって、モード毎に異なる信号チェーンを使用することによって、またはサーキュレータを含むことによって、完全複信化動作を達成することができる。

【0118】

TDDモード、FDDモード、またはFDモードのいずれかにおいて、信号チェーンは、変動され、それぞれが、それら自体のSWAP-C/性能トレードオフを伴う、多数の異なる電気アーキテクチャを支援することができる。

【0119】

図68を参照すると、例証的な4x4 DSAが、最大40個の個々の信号チェーンを支援し、信号チェーンは、図68に円620によって図式的に表示される。(多くの場合、電力増幅器、PAと呼ばれる)低電力TX増幅器、(多くの場合、低ノイズ増幅器、LNAと呼ばれる)RX増幅器の平均化無相関ノイズに起因する低下ノイズフロア、増加された信号ダイナミックレンジ、開口の一部が、ある機能に専用であり、異なる部分が、異なる機能に専用である、開口の亜集合化、および動的かつ恣意的なビーム形成、ならびに偏波発生を使用するための能力等、本アプローチに対する恩恵が、存在する。しかしながら、SWAP-Cには、各信号チェーンが、空間および電力を消費し、コストを上昇させるため、本性能は、不利益に到達する。

【0120】

図 6 9 を参照すると、したがって、時として、1 つの信号チェーンが複数のピクセルを支援するように、信号を組み合わせることが、望ましい。1 つの方法は、ピクセルを行および列に組み合わせることであり、これは、方角ならびに高さにおける、複数の偏波動作およびビーム操向ならびに形成を維持する。ピクセルを組み合わせるために、結合器または分割器（例えば、図 6 9 の例証的な信号チェーン 6 3 0 内の結合器 6 3 2 もしくは結合器 6 3 4）が、TX/RX 経路内の 1 つ以上の場所において信号チェーンの中に挿入される。結合器 6 3 2、6 3 4 は、双方向デバイスであり、電流がいずれの方向にも流動する、または両方の方向に同時に流動し得ることを意味する。図 6 9 は、結合器 6 3 2 が、デュプレクサとバランとの間に設置され得ること、または代替として、結合器 6 3 4 が、TX 経路内の電力増幅器（PA）6 3 6 の上流および RX 経路内の低ノイズ増幅器（LNA）6 3 8 の下流に設置され得ることを示す。（図 6 9 は、図示されるバラン 6 0 0 を介して単一の例証的なピクセルと結合された、結合器 6 3 2 を示すが、より一般的には、結合器 6 3 2 は、ピクセルの個別のバランを介して複数のピクセルと結合されることができる。同様に、例証的な結合器 6 3 4 は、例証的なピクセルの電力増幅器 6 3 6 および低ノイズ増幅器 6 3 8 を介して単一の例証的なピクセルと結合されるが、より一般的には、結合器 6 3 4 は、ピクセルの個別の構成要素 6 3 4、6 3 6 を介して複数のピクセルと結合されることができる。）第 1 の場所（すなわち、結合器 6 3 2）は、1 つの結合器 6 3 2 が TX 経路および RX 経路の両方のために使用されるため、より低コストであるが、しかしながら、本配列は、結合器 6 3 2 が、典型的には、限定された電力取扱能力を有し、RX 経路内に信号低減（損失）を挿入するため、性能不利益を被る。第 2 の場所（すなわち、結合器 6 3 4）は、要求される結合器の数を倍増させるが、ピクセルあたりの熱ノイズが、無相関であり、システムノイズを

【数 9】

$$\frac{1}{\sqrt{\text{Number Pixels}}}$$

に比例する比率まで低減させるため、ピクセル PA 6 3 6 あたりの使用を可能にし、RF 電力への電力の転換の全体効率を増加させ、LNA 6 3 8 が RX 経路上での結合器 6 3 4 の損失を克服し、本システムの全体ノイズ値を低減させることを可能にする。逆に、結合器 6 3 2 を採用する実施形態は、多くのピクセルのために単一の LNA 6 3 8 を使用し、より小さいノイズ値の恩恵を受ける。

【0 1 2 1】

図 6 9 の信号チェーン 6 3 0 は、所望に応じて、ビーム操向およびビーム形成を実施するための十分な数の信号チェーンが存在すると仮定する。あるビーム形成および操向は、2 つの信号チェーンを用いて行われることができるが、4 つの信号チェーンは、より良好な性能解決策を提供する。信号チェーンの最大コストおよび最大電力消費部分は、多くの場合、ビーム操向ならびに形成のために必要とされる動作を実施するために要求される、アナログ/デジタル転換およびデジタル信号処理である。

【0 1 2 2】

図 7 0 を参照すると、信号チェーン 6 4 0 が、システムコストを低減させるための 1 つの方法を図示する。信号チェーン 6 4 0 は、デジタル/アナログコンバータ（DAC）6 4 4 の下流に、位相偏移器または時間遅延 6 4 2 と、アナログ/デジタルコンバータ（ADC）6 4 8 に対して上流に、位相偏移器もしくは時間遅延 6 4 6 とを含む。本方法は、要求される信号チェーンの数を低減させ、ある場合には、1 つのみの信号チェーンが、必要とされる。トレードオフは、時間偏移器または遅延 6 4 2、6 4 6 が、いくつかの実装において広域帯動作を限定し得ることである。

【0 1 2 3】

本明細書に示される全ての信号チェーンにおいて、デジタル/アナログコンバータが、随意に、信号の周波数を上昇させる、混合器によって追従され得ること、およびアナログ/デジタルコンバータが、随意に、信号の周波数を降下させる混合器によって先行され得

ることに留意されたい。

【0124】

図71を参照すると、いくつかのRF構成要素が、シングルエンドの代わりに、信号上で差動的に動作することができる。そのような「差動的」RF構成要素を使用することは、DSAが、図71に示されるように完全な差動信号チェーン650に伴って動作することを可能にする。ここで、入力が、ADC648またはDAC644におけるデジタルワードから、もしくはそれまでの転換まで延々、平衡対として維持される。電力増幅器(PA)636および低ノイズ増幅器(LNA)638は、本実施形態では、差動信号を処理する。図71の例証的实施形態はさらに、スイッチ(または、代替として、デュプレクサもしくはサーキュレータ)652を含み、TXおよびRX差動的経路の時分割または周波数分割複信化、ならびにLNA638の上流において随意的フィルタ654を提供する。スイッチ、デュプレクサ、もしくはサーキュレータが、介在バランを伴わない1つ以上の開口ピクセルに結合されることに留意されたい。

10

【0125】

ある異形実施形態が、差動信号が、DACおよびADCの短い場所に維持され、バランが、その点において転換するために使用される、半差動信号チェーン(図示せず)を採用してもよい。

【0126】

それぞれが損失を挿入する、結合器は、チャネル数が限定され、SWAP-Cを増加させる。これらの影響を軽減させるための種々の設計が、採用されることができる。

20

【0127】

図72を参照すると、結合器632が信号チェーン660(例えば、これは、図69の信号チェーン630、または図70の信号チェーン640であり得る)の後に含まれ、4つのピクセルに広がる、ある実施例が、示される。これらのピクセルは、列に示され、結合器632は、信号チェーン660の正面で利用される、4-1結合器である。本実施例では、4つのピクセル全てが、同一の信号を受信し、方角に沿ったピクセルレベル操向が、不可能である。随意的修正は、位相偏移器を結合器とバランとの間に設置することである。本アプローチは、低電力、低コストの構成を表す。これらの実施例が、より大きいDSA、例えば、9-1結合器を要求する10×10結合器まで容易に拡張し得ることに留意されたい。

30

【0128】

図73は、結合器632がより大きい広がりを伴う結合器を生成する、または複数のピクセルを横断した位相偏移を可能にするために、直列の複数の結合器634を使用して構築され得る方法のある実施例を示す。図73は、直列にスタックされた、2つの2-1結合器634を示す。2-1結合器対4-1結合器のSWAP-Cまたは性能特性、もしくは必要とされる結合器の広がり、の非可用性のため、これを行うことを選定し得る。別の理由は、信号ライン上に等しくない時間遅延を誘発しないように、1つのピクセルから別のものまでの総トレース長を等しくすることが、より容易であるためであり得る。加えて、結合器634間に、群間でのあるビーム形成および操向を可能にする、混合器を設置し得る。

40

【0129】

図74は、結合器アプローチが、均質である必要はないこと、すなわち、結合器の使用が、ピクセル間で平衡していないことを示す。図74の実施例では、3-1結合器672が、第1の信号チェーン670と3つピクセルを接続する一方、第4のピクセルは、第2の信号チェーン680への直線接続を有する。本アプローチは、DSAが、異なる電力/感受性ニーズに伴って、同時に複数の着目信号を処理するために設計されているときに有用であり得る。この場合、完全なDSA性能が、必要とされるとき、2つの信号チェーン670、680が、デジタルドメインにおいて組み合わせられる。

【0130】

図75は、さらに別の非限定例証的实施例を示し、これは、(スイッチ、サーキュレー

50

タ、ダイプレクサ等であり得る)デュプレクサ690を介して開口からTX経路およびRX経路を離すことによって性能を向上させる。図75に示されるように、TX信号チェーン700は、第1の4-1結合器702の中にフィードし、電力増幅器(Pa)704を駆動し、DSAのピクセルを介して伝送する。RX信号チェーン710が、(随意に、事前フィルタを含有し得る)低ノイズ増幅器(LNA)714による増幅の後に第2の4-1結合器712を介して信号を受信する。ここで、結合器の数の倍増が、必要であるが、性能が、それによって、向上される。LNA714が、結合器の損失を無効にすることができ、Pa704が、下流にあるため、結合器の電力限界に対してもはや制限されない。

【0131】

図76-81は、種々の性能/SWAP-Cトレード空間位置を伴う、いくつかのさらなる実施例を提示する。これらの実施例では、バラン600と直接インターフェースをとる、図69の結合器632が使用されることに留意されたい。これらの実施例の全てが、代替として、図69の第2の位置における結合器634と実装され得ることに留意されたい。

【0132】

図76は、全てが5-1結合器である結合器632を使用した、水平偏波における4つの信号チェーンと、垂直偏波における4つの信号チェーンとをもたらす、5×5ピクセルDSA実施形態を示す。本構成は、2の冪乗(すなわち、 2^n)のチャンネル数、例えば、 $2^3=8$ 個のチャンネルを伴うソフトウェア無線(SDR)が、商業的に利用可能である、SDRと良好に対合する。本設計は、両方の偏波上における同時動作、入射偏波を測定するための能力、および方角ならびに高さの両方におけるビーム操向および形成するための能力を可能にする。例証的な5×5ピクセルDSAの文脈における本設計の欠点は、これが、一般的な広がりではない、5-1結合器を採用することである。

【0133】

図77を参照すると、例証的な5×5ピクセルDSAの文脈における、一般的ではない5-1結合器の必要性を軽減させるために、1つの垂直周界上および1つの水平周界上のピクセルが信号チェーン内にもたらされず、有効口径面積のわずかな低減を引き起こす、図77の設計が、採用されることができる。したがって、突出部20の1つのみの面が、使用中である。ここでは、結合器632は全て、4-1結合器である。本アプローチは、2の冪乗が、最も一般的に使用されるため、より一般的な4×1の結合器の広がりが、使用されることを可能にする。未使用面のより良好な使用を行うために、図74のアプローチが、適用され、付加的な着目信号が調査されることを可能にし得る。

【0134】

単一の偏波が、着目に値する、またはビーム操向および形成が、1つの偏波のみにおいて必要であるとき、図78のアプローチが、有用である。ここでは、行が、図76を参照してすでに説明されるように、4つの信号チェーン630によって提供される、結合器632によって接続される。しかしながら、図78の実施形態では、列が、4つの5-1結合器724に広がる4-1結合器722によって、単一の信号チェーン720に組み合わせられる。本構成は、例えば、2つの着目信号が、動作中であり、形成および操向が、それらの信号のうちの1つに対して必要とされない場合、有用である。

【0135】

図79は、偏波またはビーム形成/操向を測定もしくは制御するための能力を伴わない、単一のチェーン730を提供する、DSAアーキテクチャである。単一の信号チェーンが、それぞれが、ひいては、4つの5-1結合器734に広がる、2つの4-1結合器732に広がる、2-1結合器731によって行および列と結合される。本アーキテクチャは、例えば、効率的な超広域帯域性能を必要とする、既存の単一のチャンネル無線を支援するために有用である。

【0136】

図80は、各ピクセルが、組み合わせられたその水平偏波と、垂直偏波とを有し、それ自体の信号チェーンに接続される、DSAを示す。少ないノイズおよび高い電力効率が要

10

20

30

40

50

求され、ロバストなビーム形成が必要とされるが、ビームパターンならびに受光パターンが、偏波において対称的である、本アプローチが、有用である。

【 0 1 3 7 】

図 8 1 を参照すると、D S A の 1 つの恩恵は、その超広域帯域幅、および同時に多くの信号を支援するための能力である。しかしながら、所与の D S A 実装が、データコンバータの帯域幅によって限定され得る。本限界を軽減させるために、図 8 1 のアーキテクチャが、前述の実施例のいずれかにおいて使用されることができる。図 8 1 に示されるように、ピクセルが行、列、またはある他の構成に組み合わせられた後、それらは、次いで、複数のコンバータに分割される。伝送 (T X) 経路にわたって、複数の D A C コンバータ 7 5 0 が、結合器 7 5 2 を介して電力増幅器 (P A) 7 5 4 に結合される。受信 (R X) 経路にわたって、複数の A D C コンバータ 7 6 0 が、結合器 7 6 2 を介して、随意に、事前フィルタ 7 6 6 を伴う低ノイズ増幅器 (L N A) 7 6 4 に結合される。コンバータが、適切なフィルタおよび混合器を含むことが考えられることに留意されたい。本アーキテクチャは、例えば、L N A および P A が存在するとき、結合器内の損失の影響を低減させるために好適である。

【 0 1 3 8 】

好ましい実施形態が、例証され、説明されている。明白なこととして、修正および改変が、前述の詳細な説明を熟読ならびに理解することに応じて、当業者に想起されるであろう。本発明が、添付の請求項またはそれらの均等物の範囲内に該当する限りにおいて、そのような修正および改変全てを含むものとして解釈されることが意図される。

10

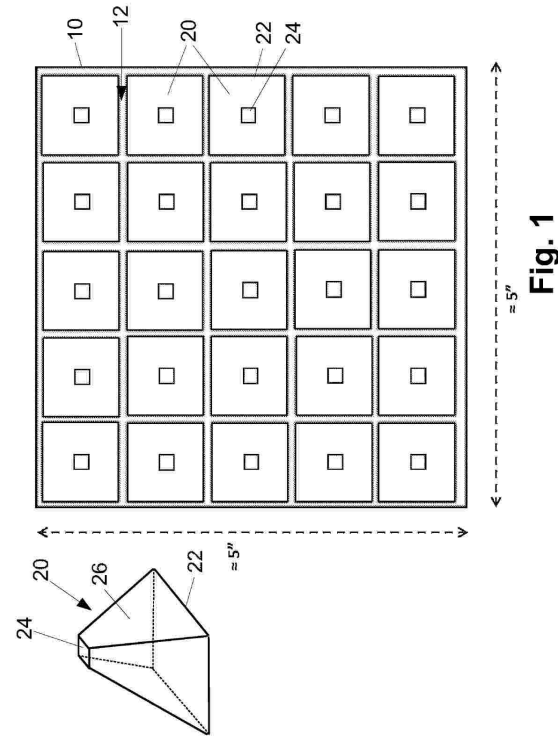
20

30

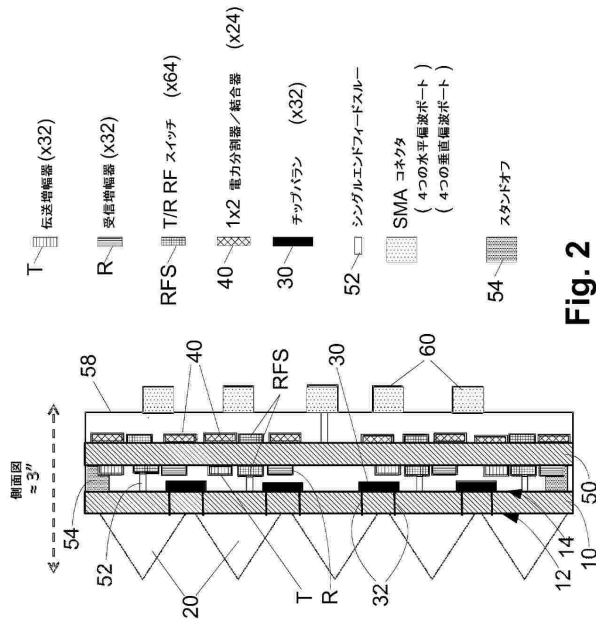
40

50

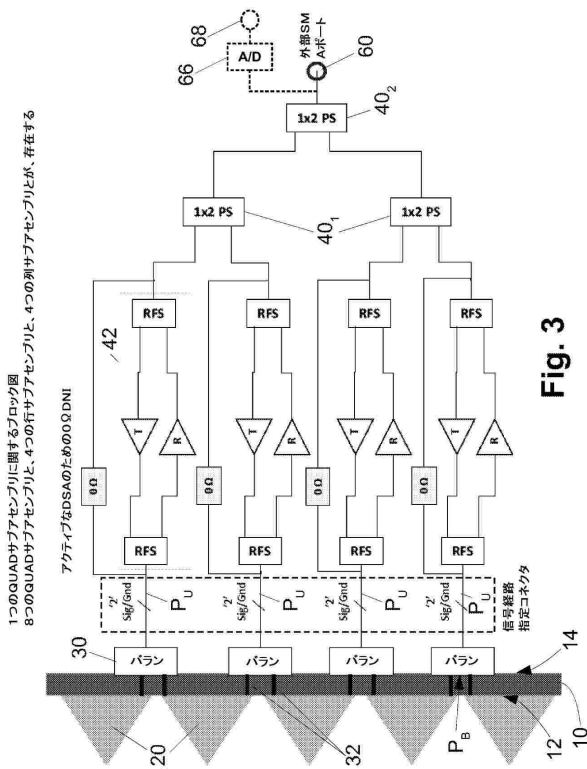
【図面】
【図 1】



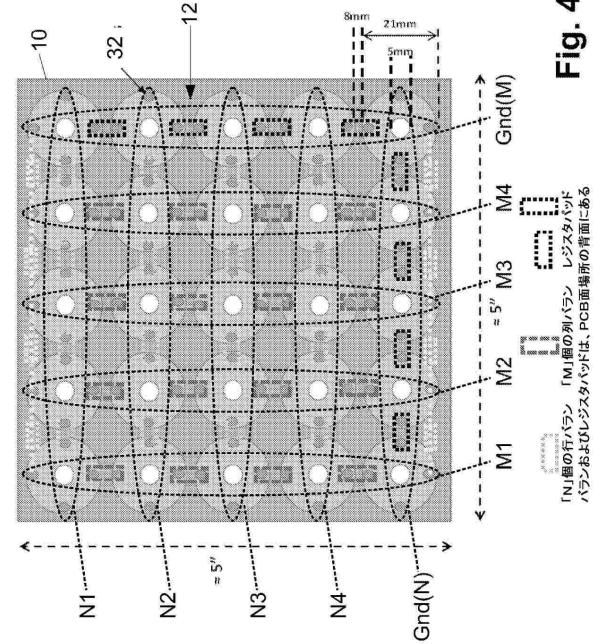
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

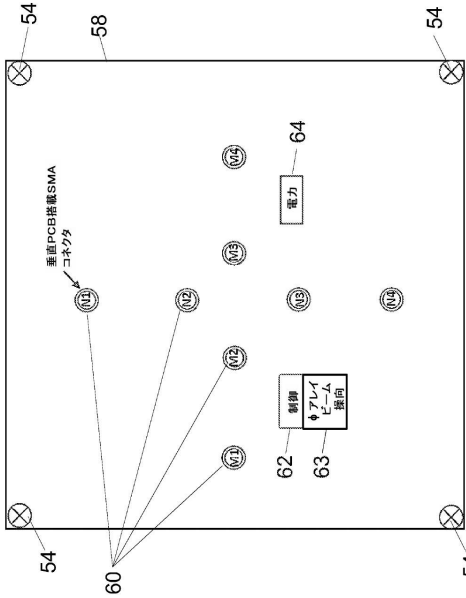
20

30

40

50

【図 5】



制御モード：
1. 全てのNおよびMは、伝送モードにある
2. 全てのNおよびMは、受信モードにある
3. 全てのNは、伝送モードにあり、全てのMは、伝送モードにある
4. 全てのNは、受信モードにあり、全てのMは、伝送モードにある

Fig. 5

【図 6】

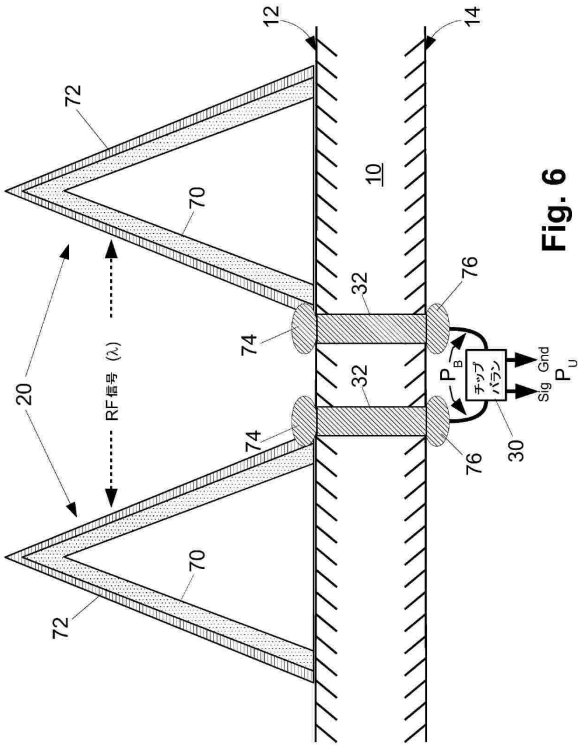


Fig. 6

【図 7】

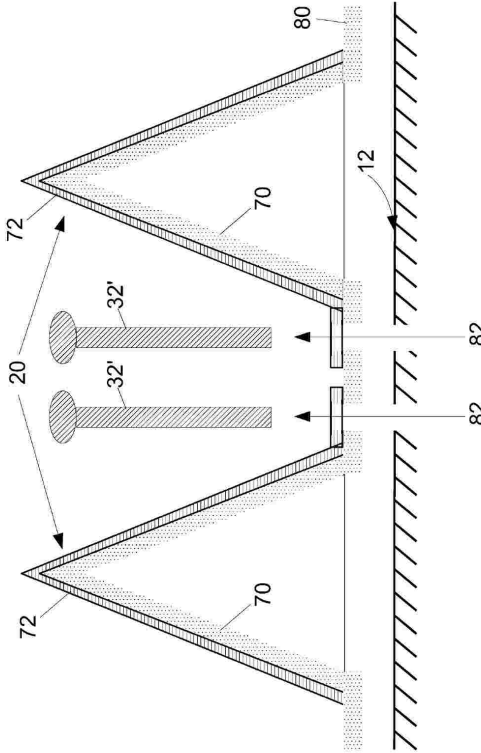


Fig. 7

【図 8】

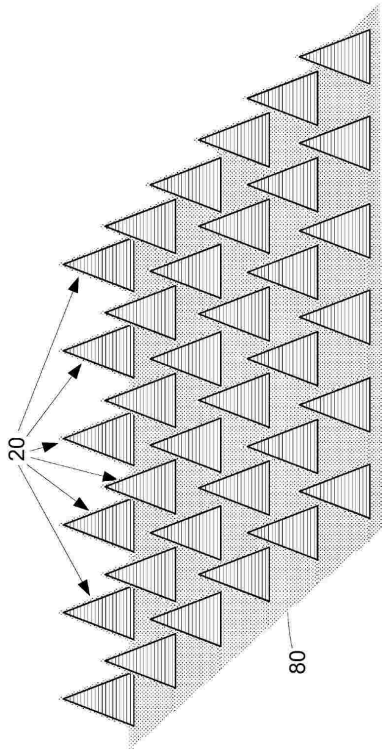


Fig. 8

10

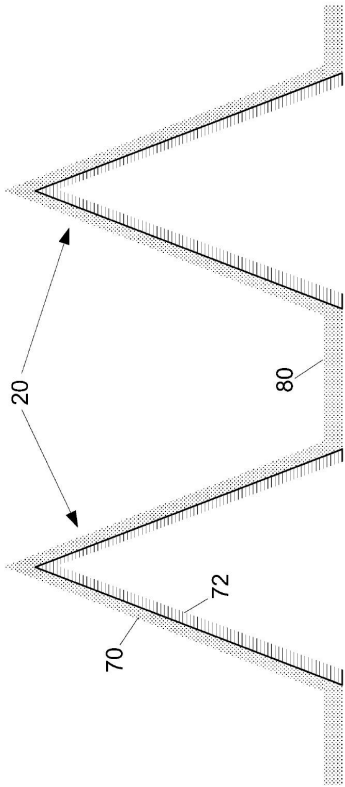
20

30

40

50

【図 9】



【図 10】

Fig. 9

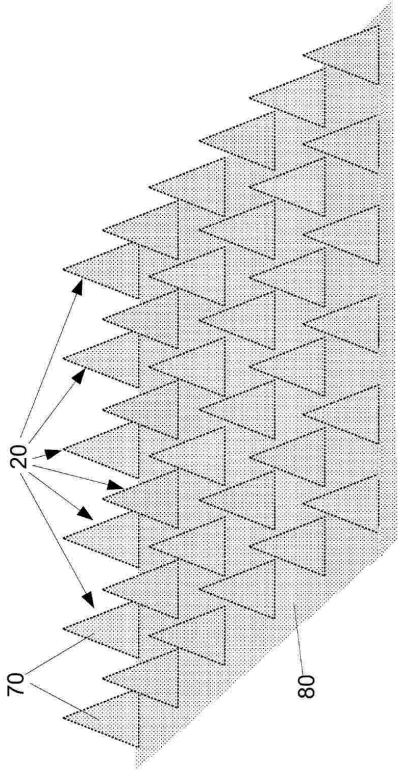


Fig. 10

【図 11】

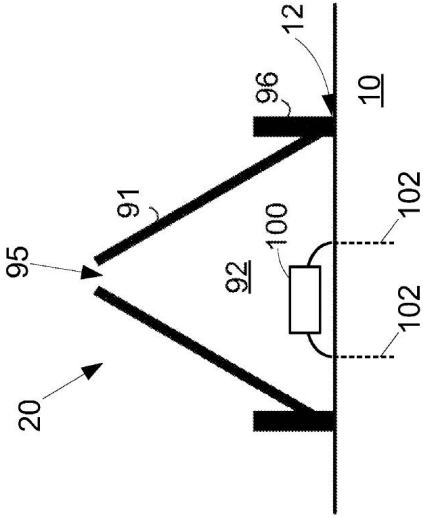


Fig. 11

【図 12】

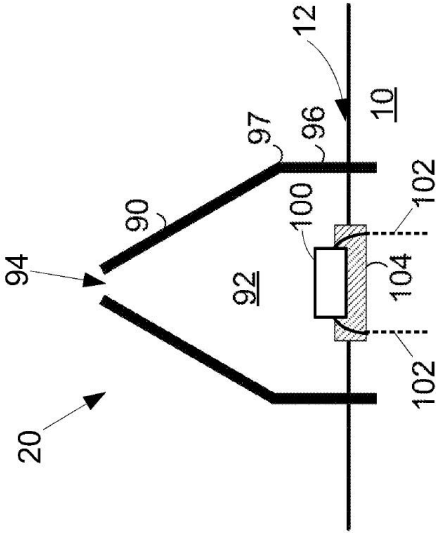


Fig. 12

10

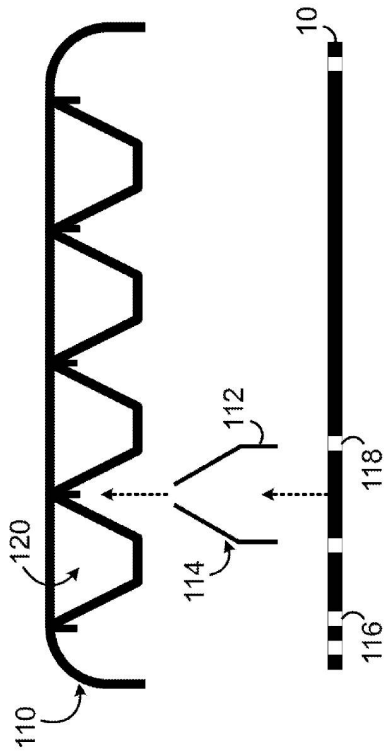
20

30

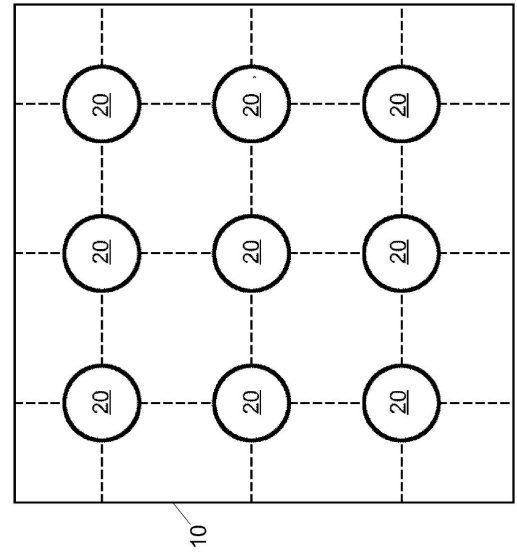
40

50

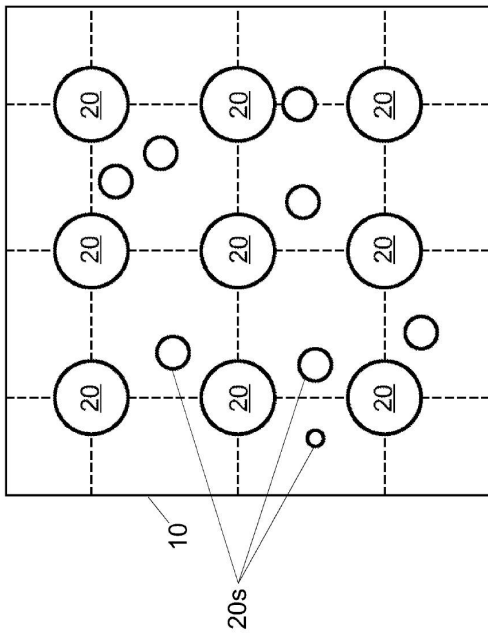
【図 13】



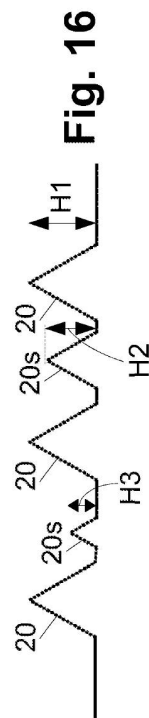
【図 14】



【図 15】



【図 16】



【図 17】

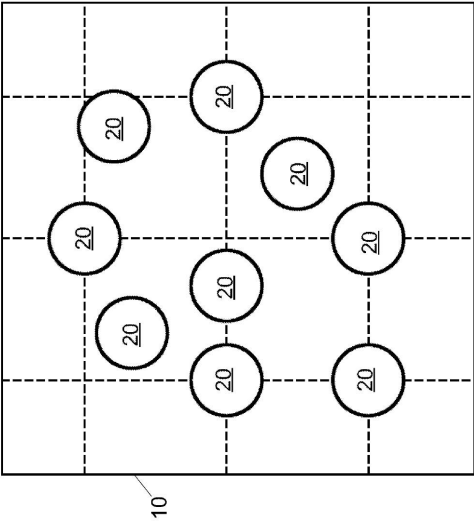


Fig. 17

【図 18】

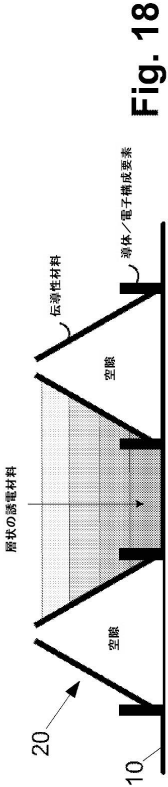


Fig. 18

【図 19】

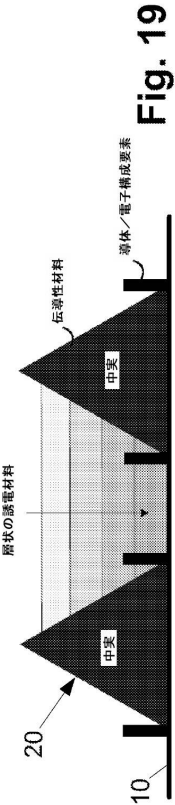


Fig. 19

【図 20】

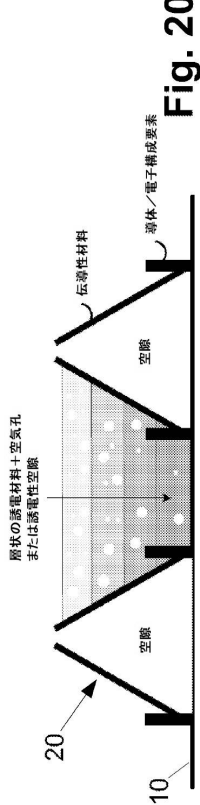


Fig. 20

10

20

30

40

50

【図 2 1】

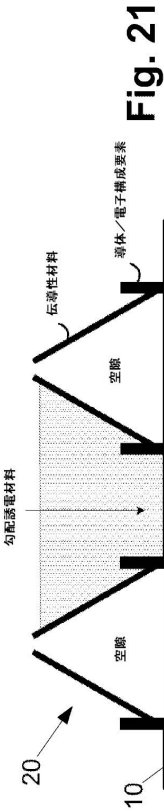


Fig. 21

【図 2 2】

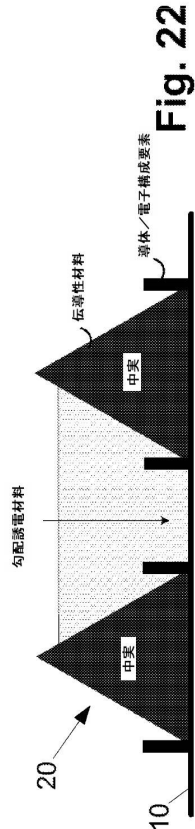


Fig. 22

【図 2 3】

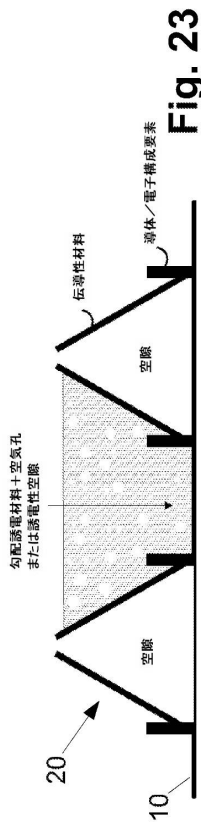


Fig. 23

【図 2 4】

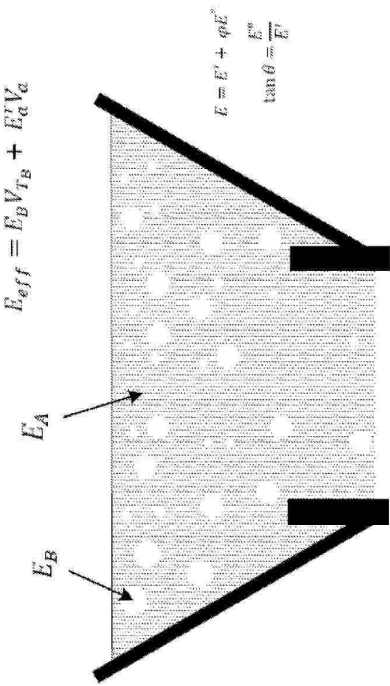


Fig. 24

10

20

30

40

50

【図 2 5】

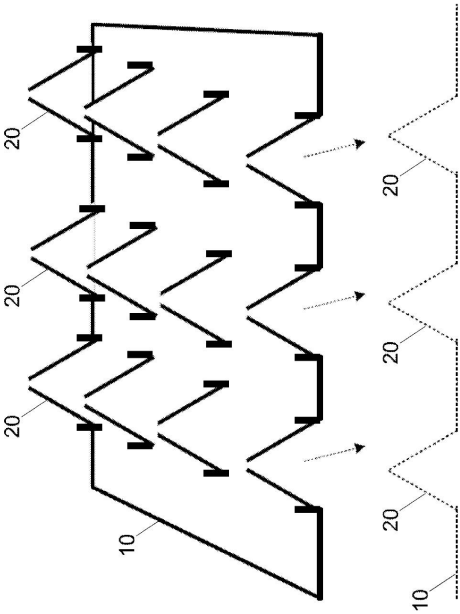


Fig. 25

【図 2 6】

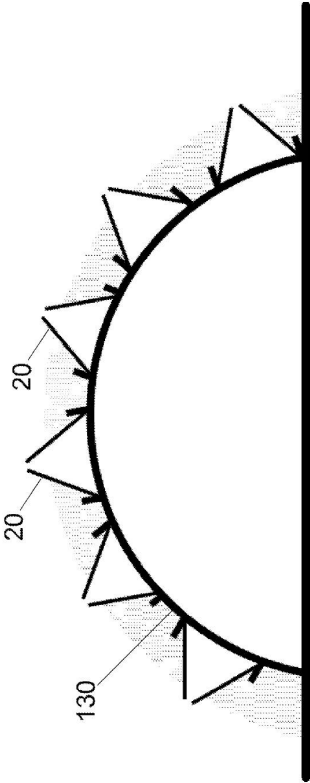


Fig. 26

【図 2 7】

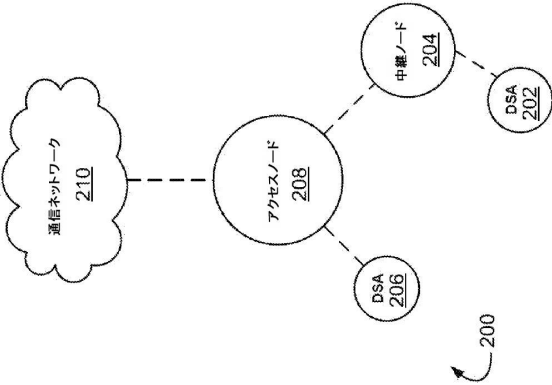


Fig. 27

【図 2 8】

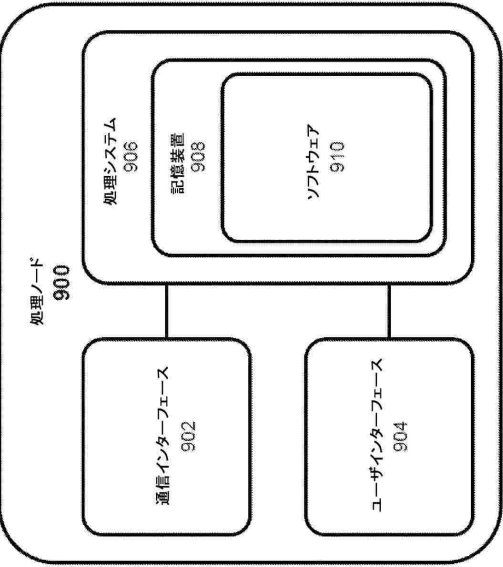


Fig. 28

【図 29】

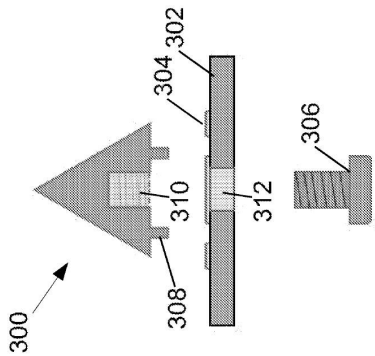


Fig. 29

【図 30】

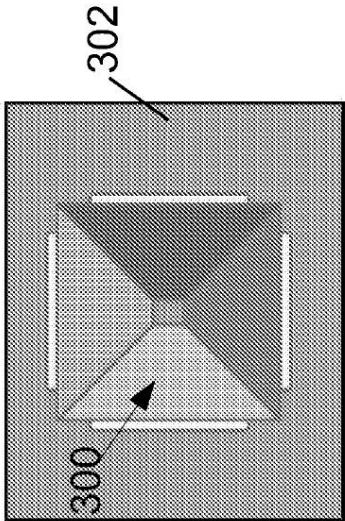


Fig. 30

【図 31】

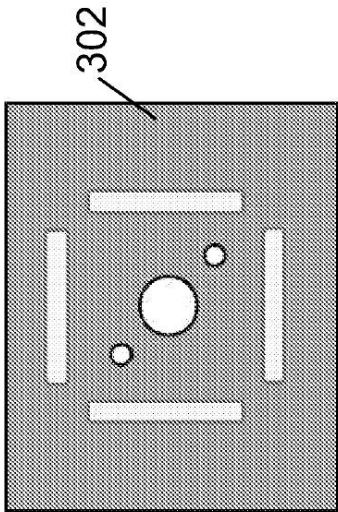


Fig. 31

【図 32】

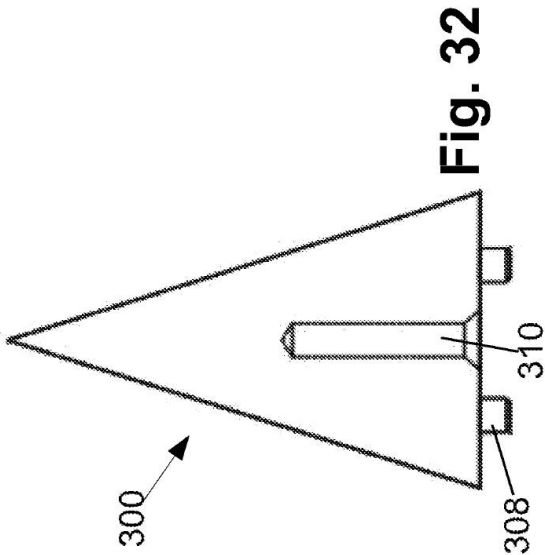


Fig. 32

10

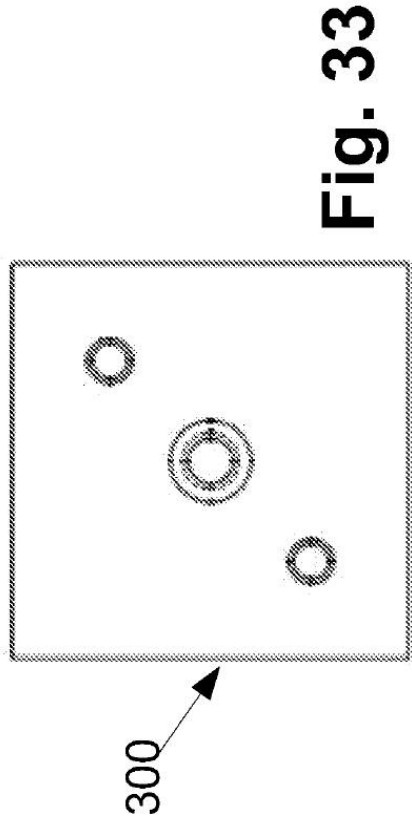
20

30

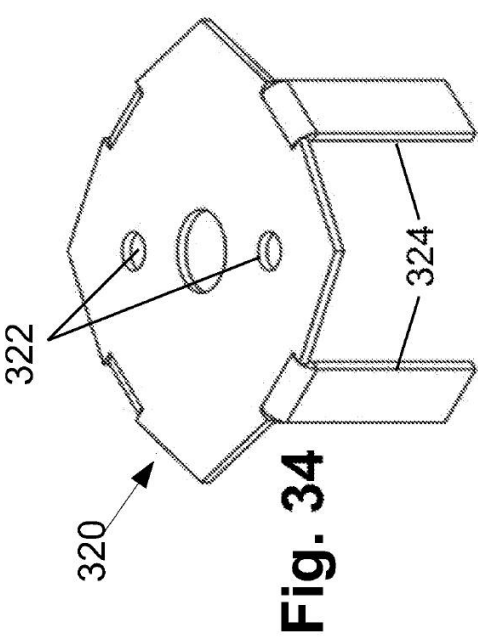
40

50

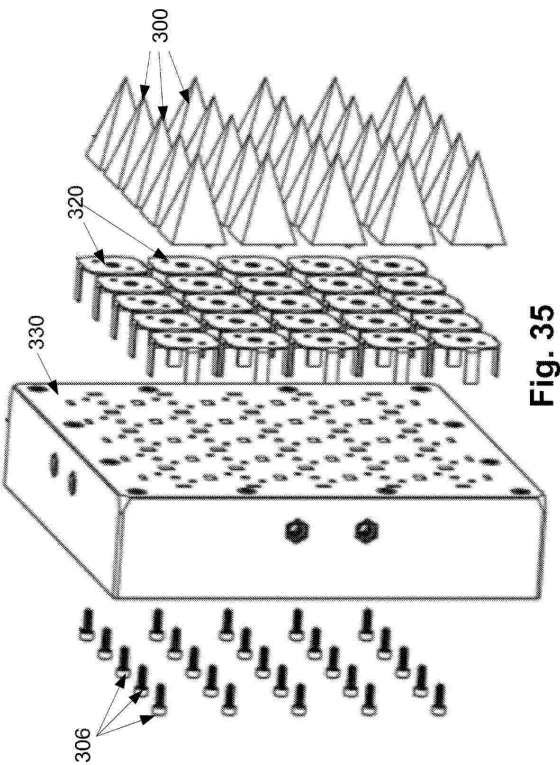
【図 3 3】



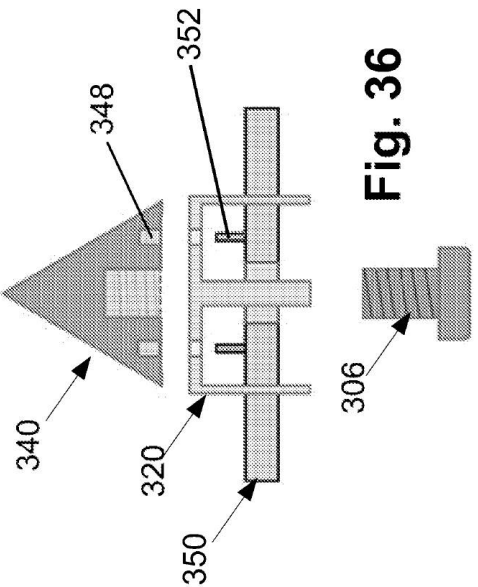
【図 3 4】



【図 3 5】



【図 3 6】



10

20

30

40

50

【図 3 7】

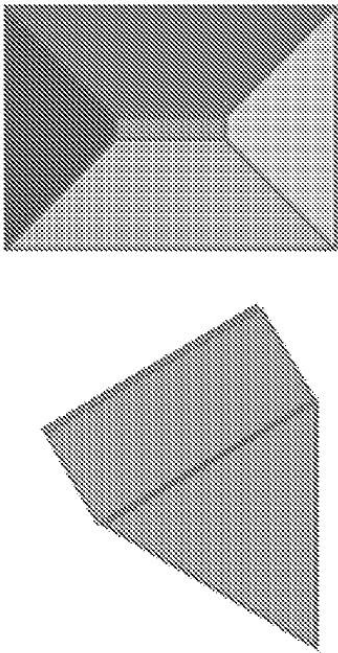


Fig. 37

【図 3 8】

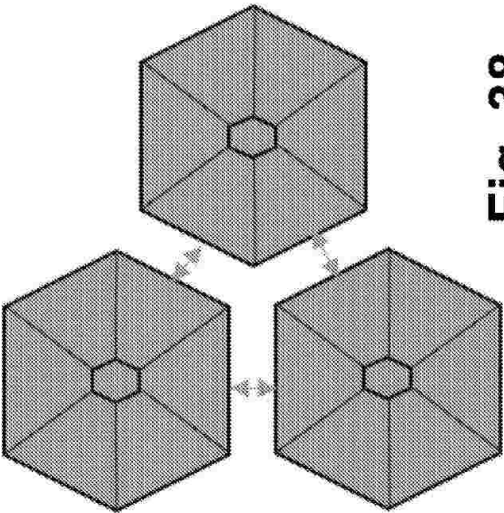


Fig. 38

【図 3 9】

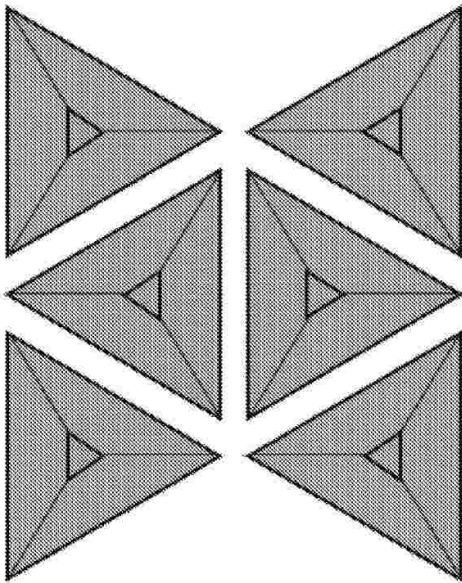


Fig. 39

【図 4 0】

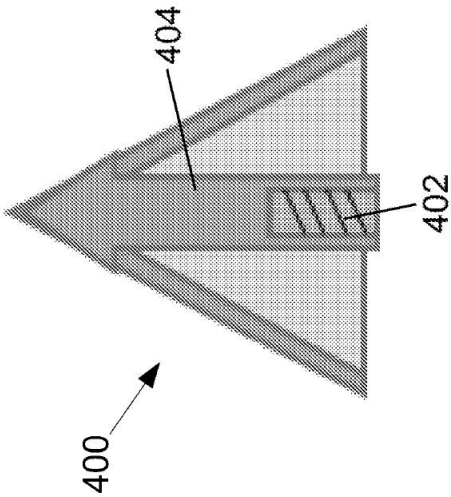


Fig. 40

10

20

30

40

50

【図 4 1】

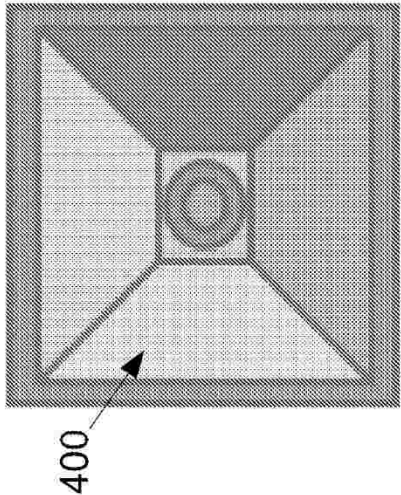


Fig. 41

【図 4 2】

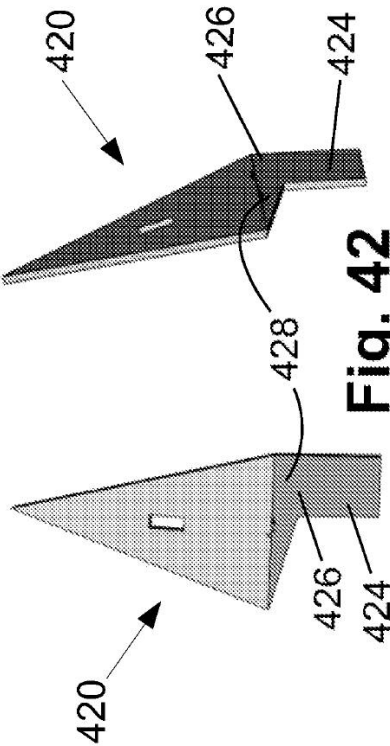


Fig. 42

【図 4 3】

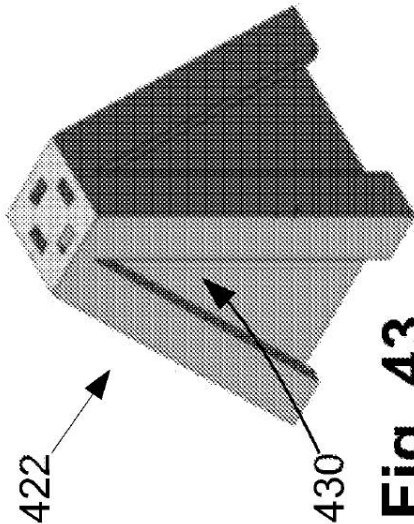


Fig. 43

【図 4 4】

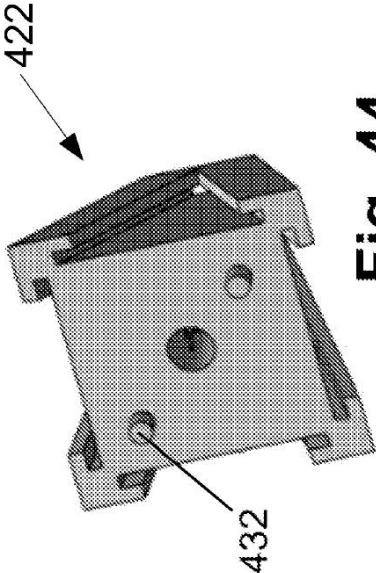


Fig. 44

10

20

30

40

50

【図 4 5】

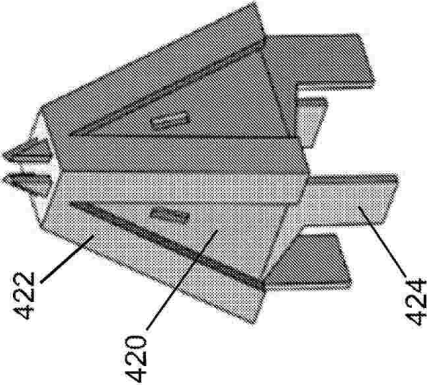


Fig. 45

【図 4 6】

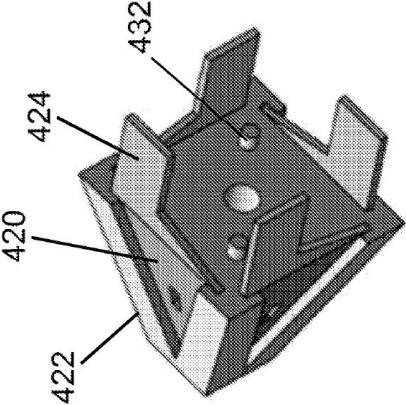


Fig. 46

【図 4 7】

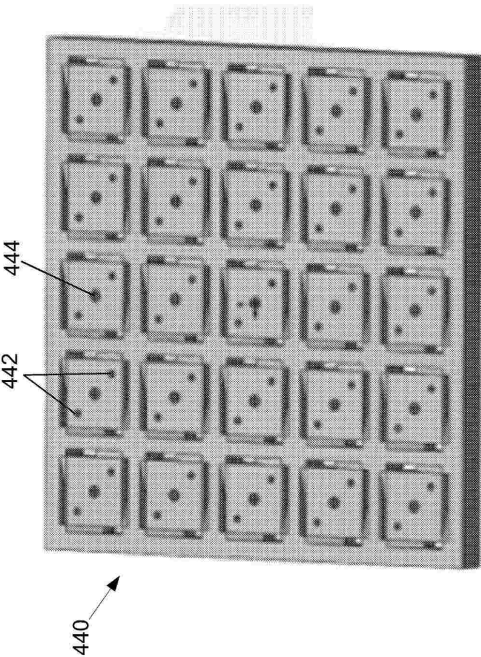


Fig. 47

【図 4 8】

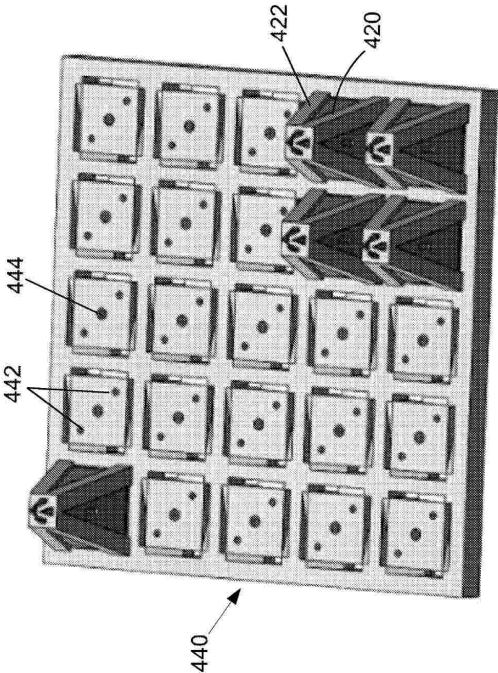


Fig. 48

10

20

30

40

50

【図 49】

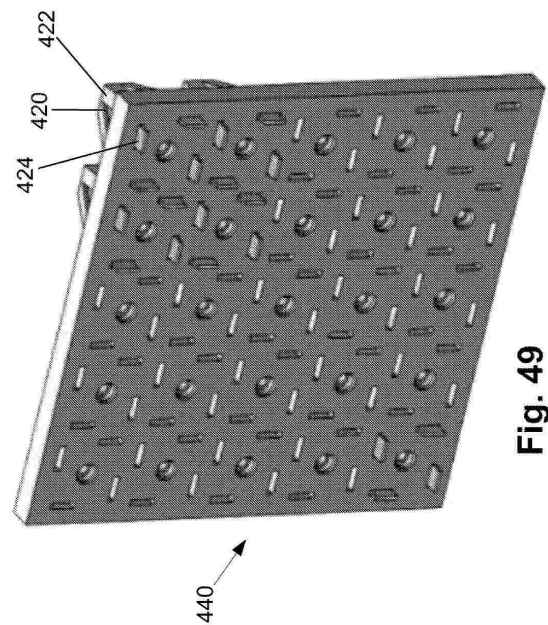


Fig. 49

【図 50】

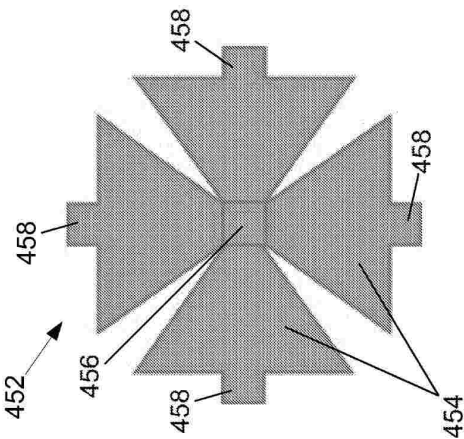


Fig. 50

【図 51】

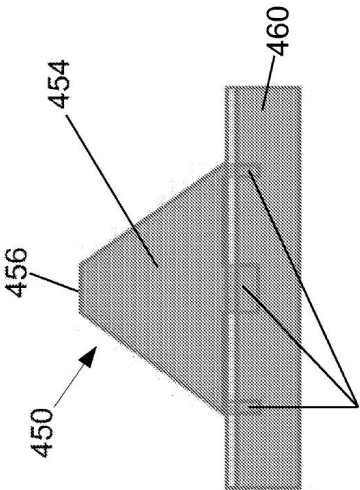


Fig. 51

【図 52】

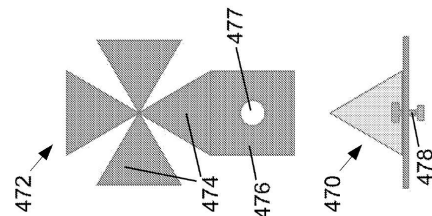


Fig. 52

10

20

30

40

50

【図 5 3】

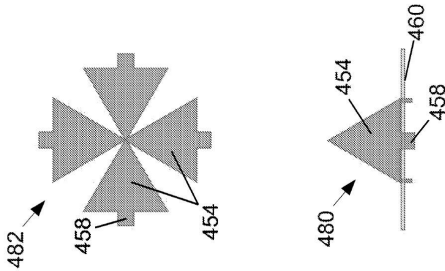


Fig. 53

【図 5 4】

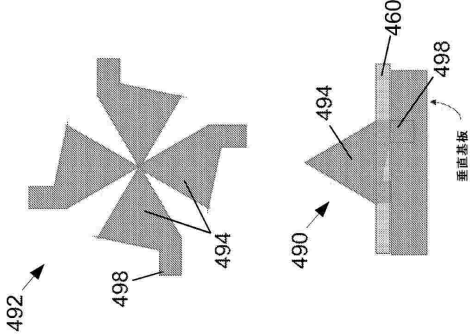


Fig. 54

【図 5 5】

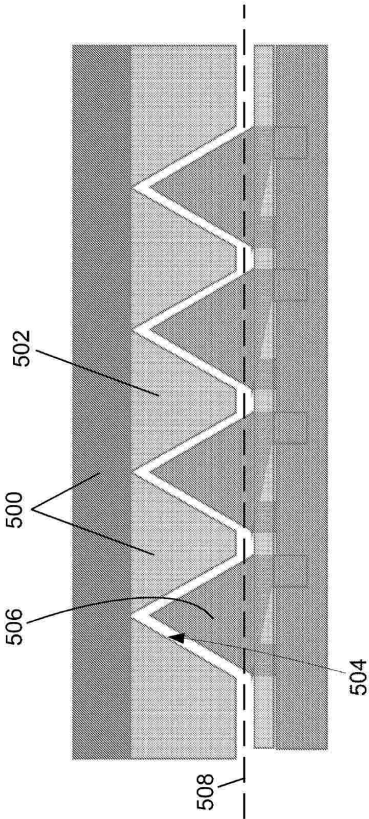


Fig. 55

【図 5 6】

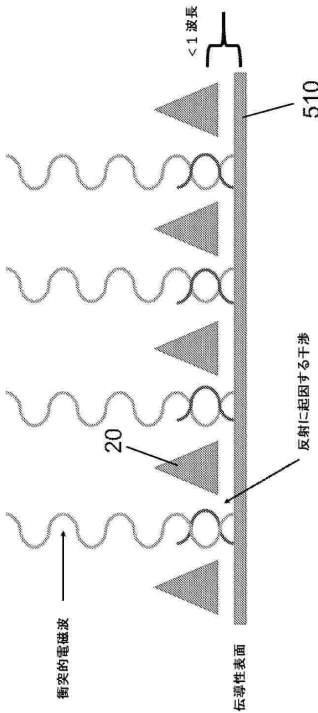


Fig. 56

10

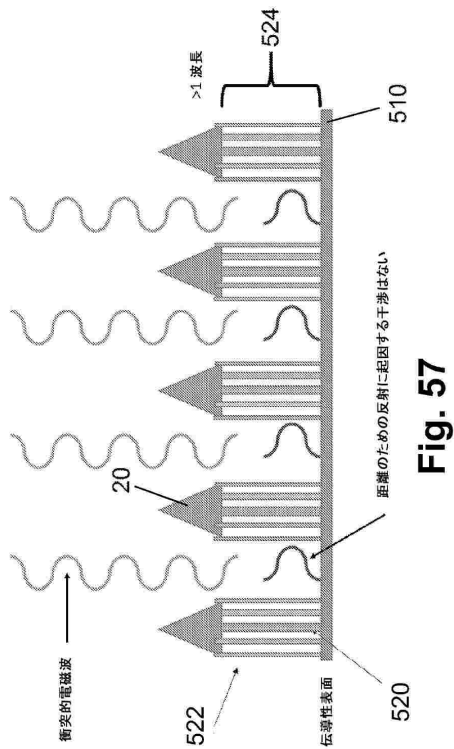
20

30

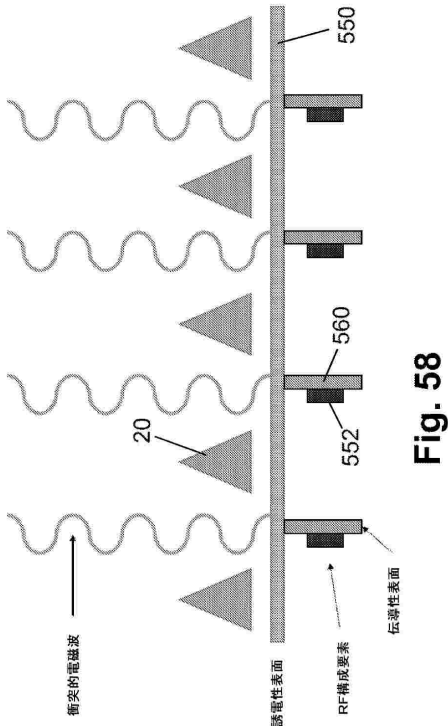
40

50

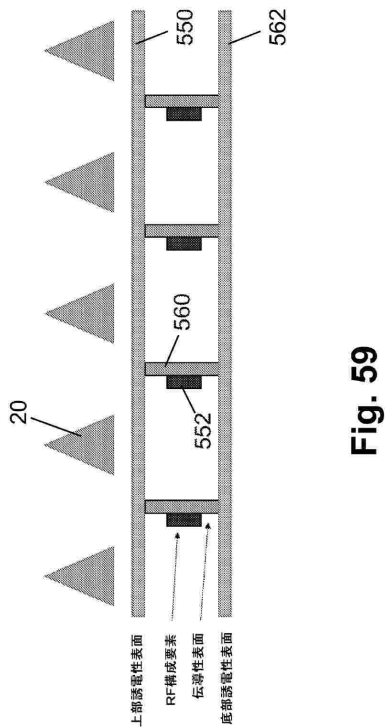
【図 5 7】



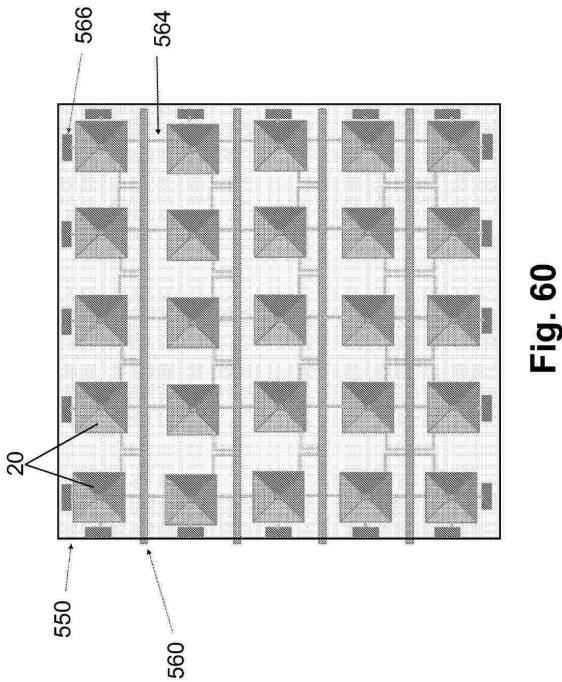
【図 5 8】



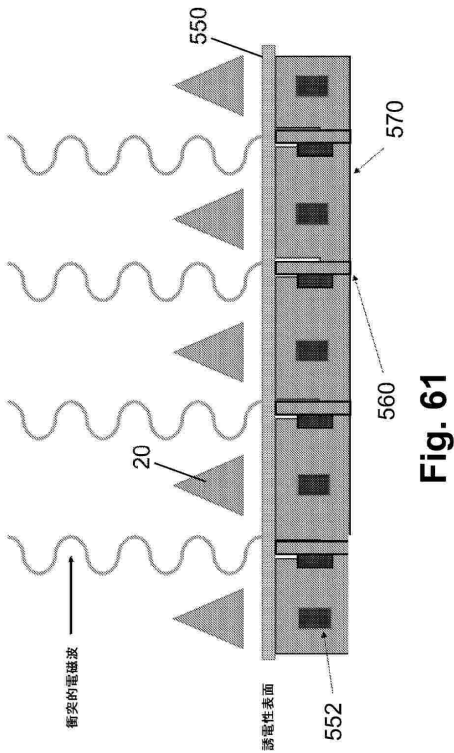
【図 5 9】



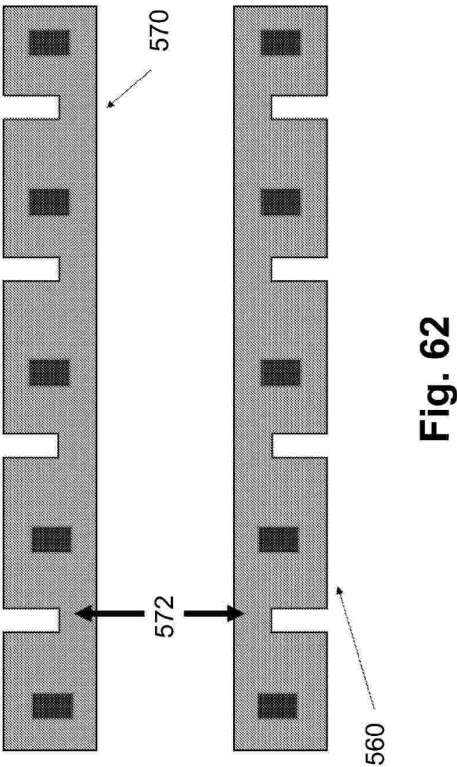
【図 6 0】



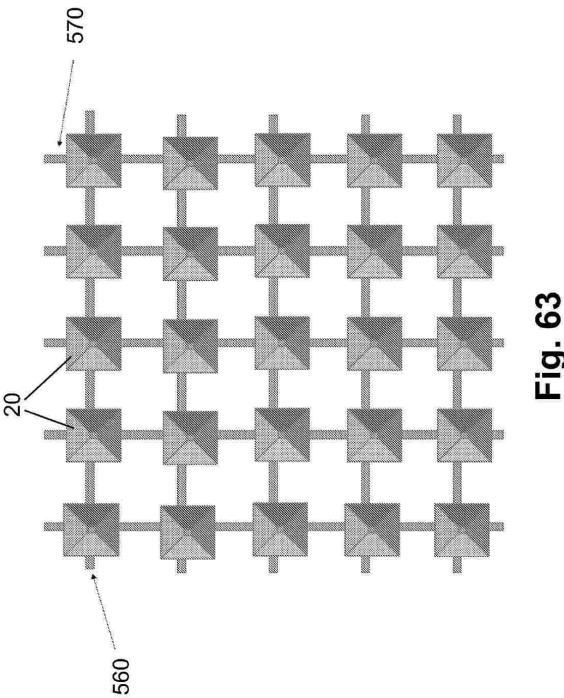
【図 6 1】



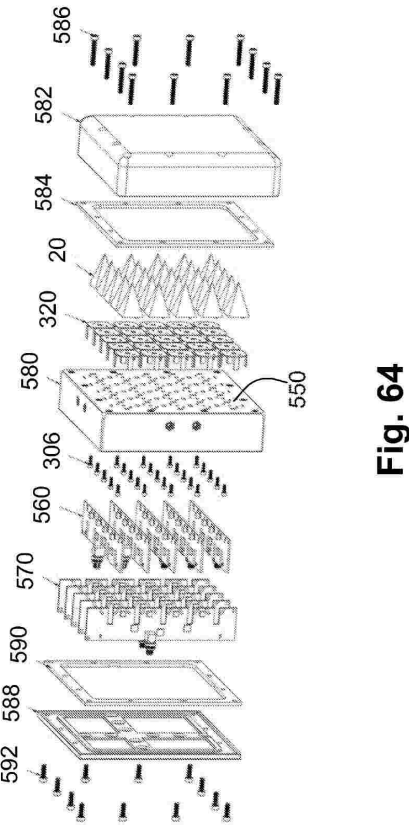
【図 6 2】



【図 6 3】



【図 6 4】



10

20

30

40

50

【図 6 5】

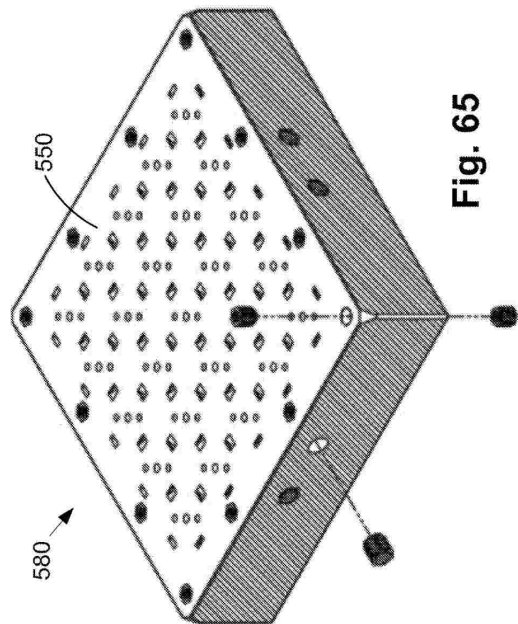


Fig. 65

【図 6 6】

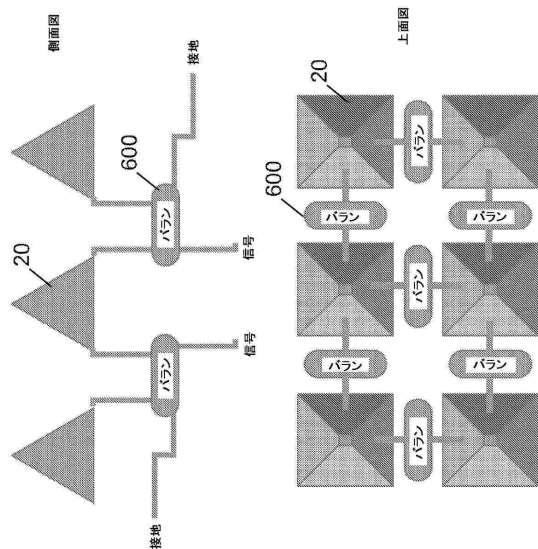


Fig. 66

【図 6 7】

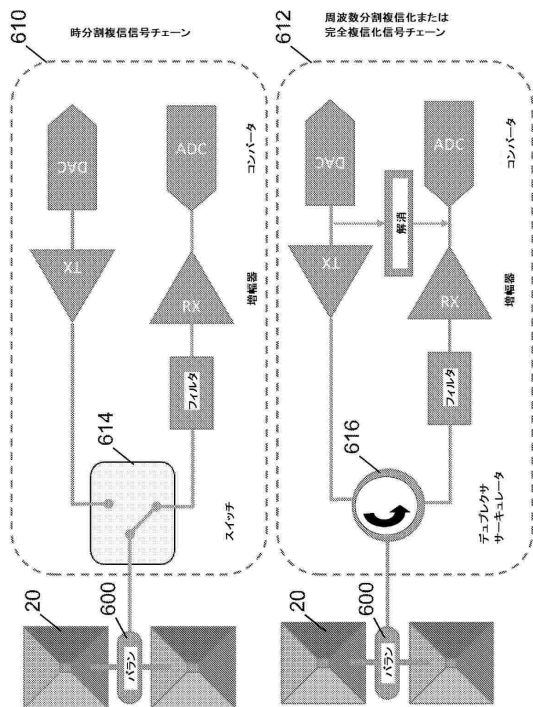


Fig. 67

【図 6 8】

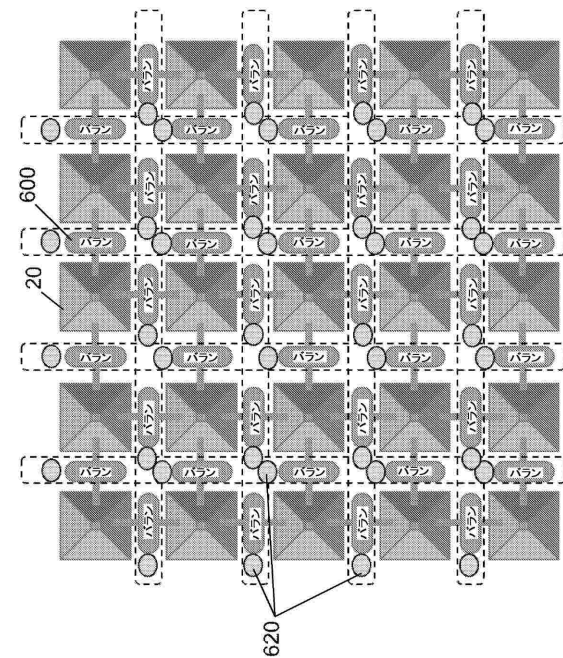


Fig. 68

ピクセル毎の
H-V 構成

10

20

30

40

50

【図 69】

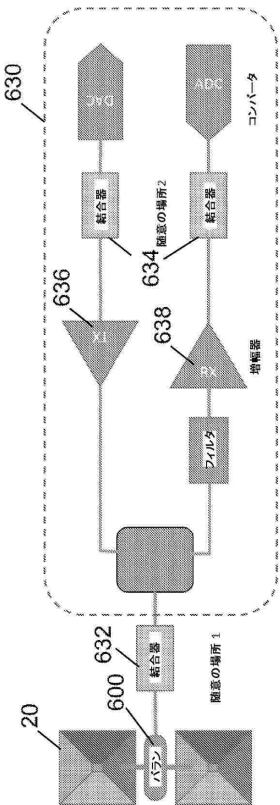


Fig. 69

【図 70】

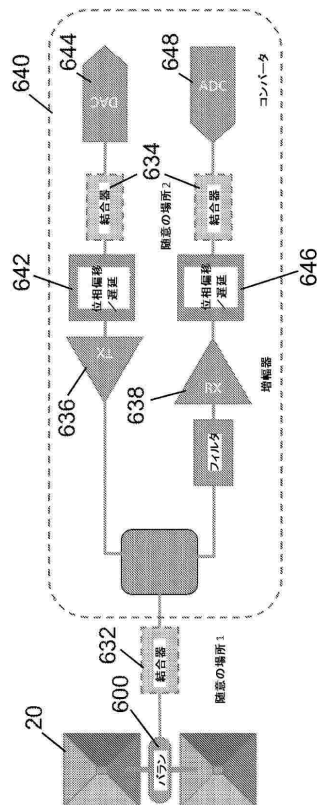


Fig. 70

【図 71】

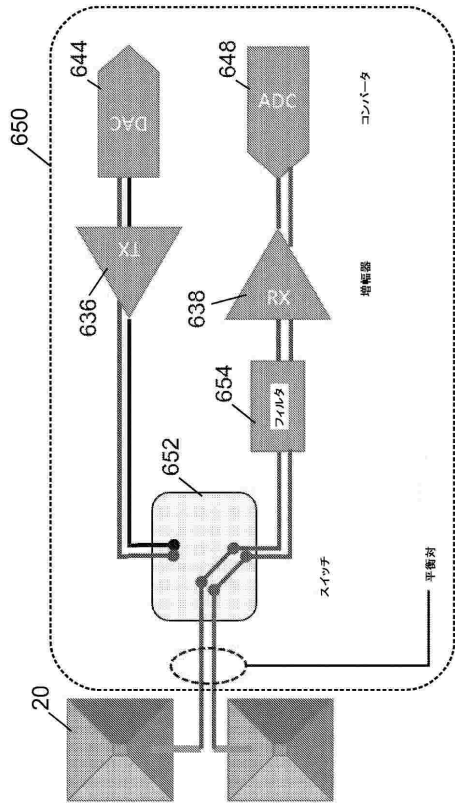


Fig. 71

【図 72】

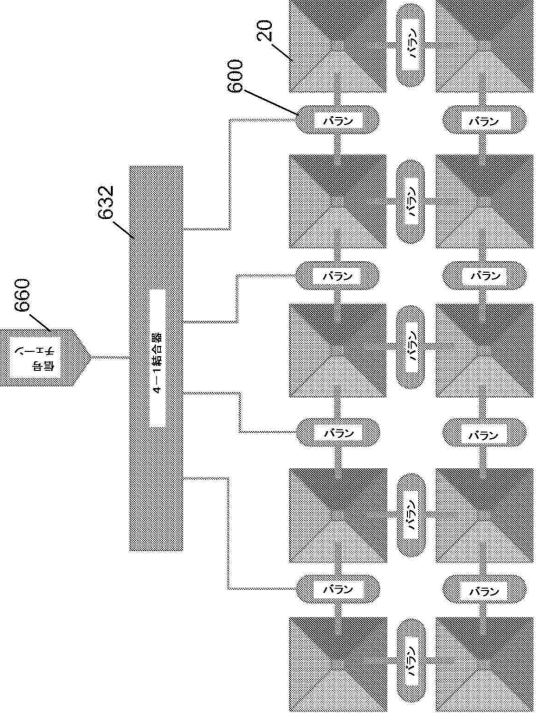


Fig. 72

10

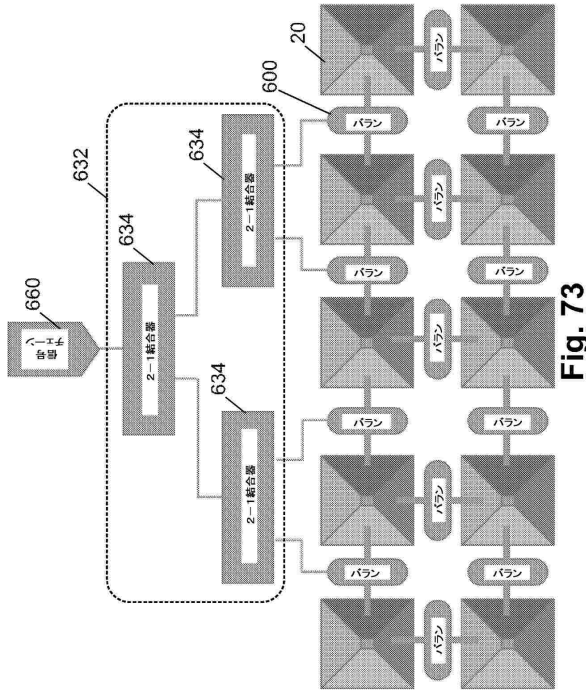
20

30

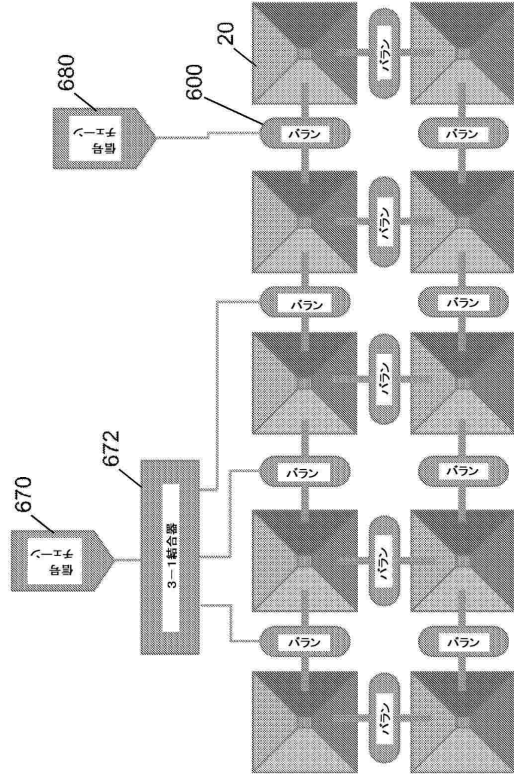
40

50

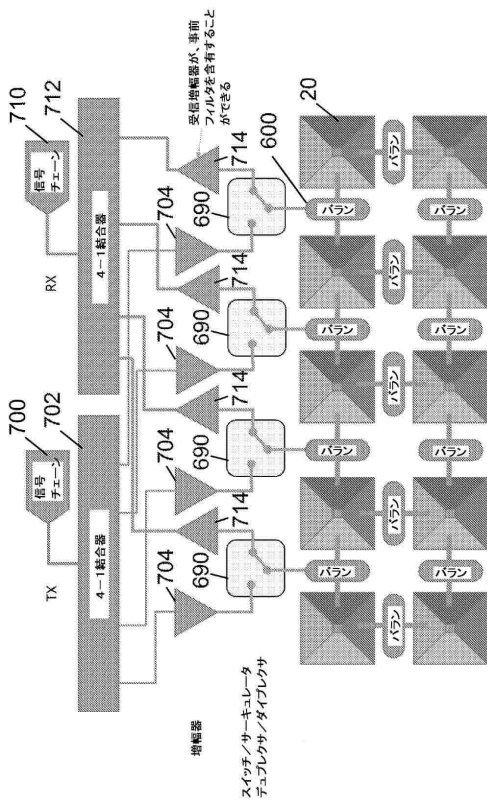
【図 7 3】



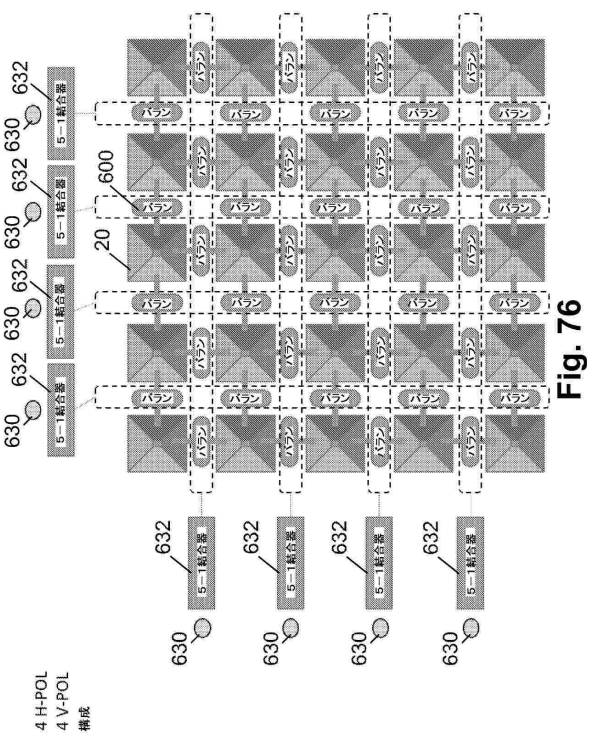
【図 7 4】



【図 7 5】



【図 7 6】



10

20

30

40

50

【図 77】

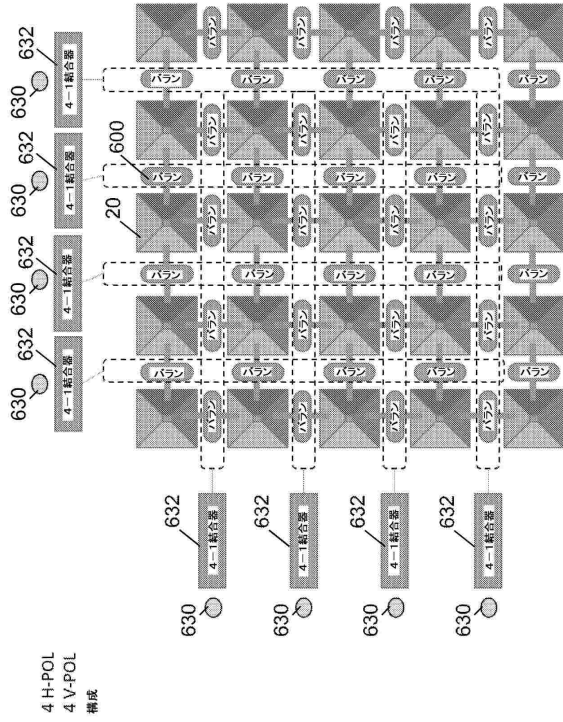


Fig. 77

【図 78】

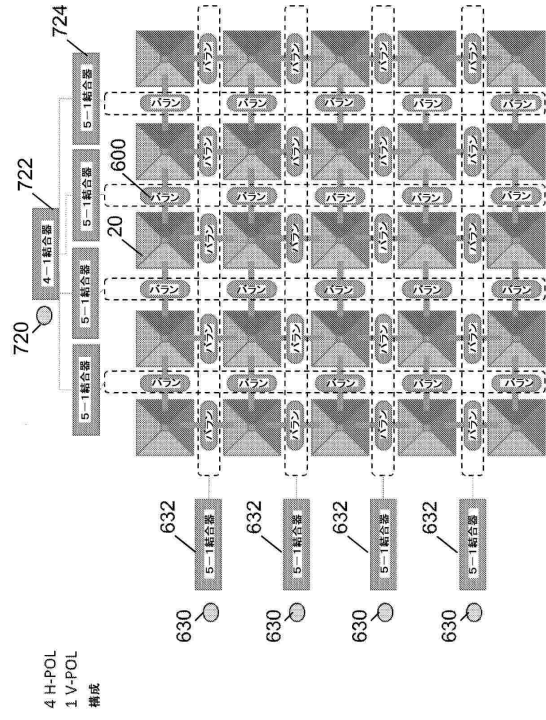


Fig. 78

【図 79】

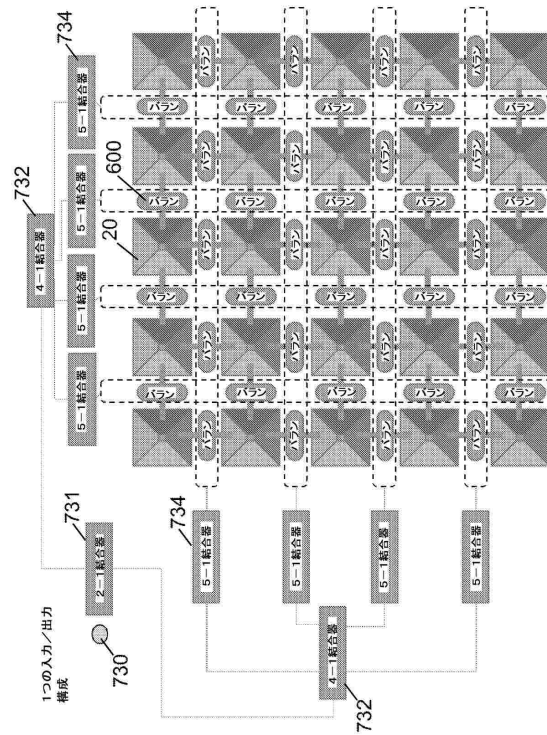


Fig. 79

【図 80】

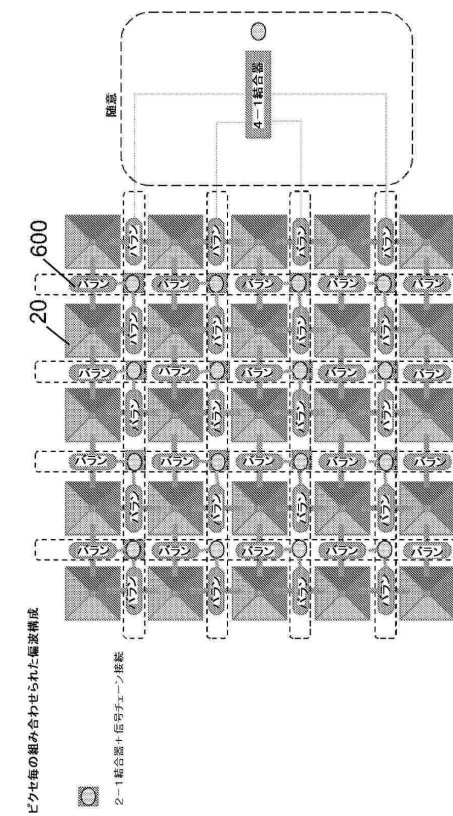


Fig. 80

10

20

30

40

50

【図 81】

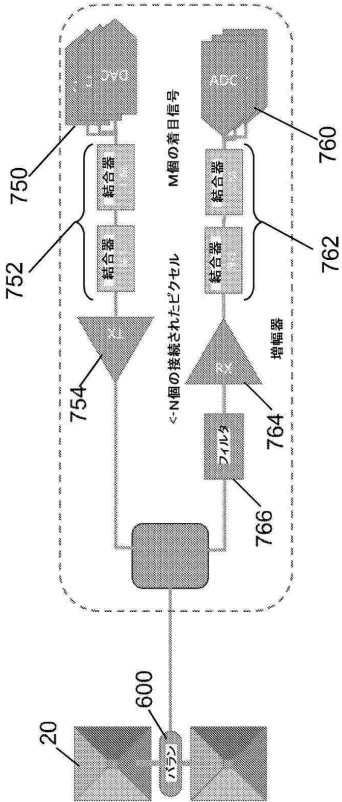


Fig. 81

10

20

30

40

50

フロントページの続き

(33)優先権主張国・地域又は機関

米国(US)

(31)優先権主張番号 62/842,816

(32)優先日 令和1年5月3日(2019.5.3)

(33)優先権主張国・地域又は機関

米国(US)

(72)発明者 パーキンス, ダニエル エー.

アメリカ合衆国 オハイオ 43201, コロンバス, キング アベニュー 505

(72)発明者 ブルー, ミカ

アメリカ合衆国 オハイオ 43201, コロンバス, キング アベニュー 505

(72)発明者 ハインツ, エイミー エム.

アメリカ合衆国 オハイオ 43201, コロンバス, キング アベニュー 505

(72)発明者 レーシュ, ダニエル ジー.

アメリカ合衆国 オハイオ 43201, コロンバス, キング アベニュー 505

審査官 岸田 伸太郎

(56)参考文献 米国特許出願公開第2019/0067823 (US, A1)

米国特許出願公開第2005/0285808 (US, A1)

特表2018-511240 (JP, A)

特開平08-107308 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H01Q 21/06

H01Q 13/10