

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4477145号
(P4477145)

(45) 発行日 平成22年6月9日(2010.6.9)

(24) 登録日 平成22年3月19日(2010.3.19)

(51) Int.Cl. F I
 HO 1 Q 11/08 (2006.01) HO 1 Q 11/08
 HO 1 Q 1/38 (2006.01) HO 1 Q 1/38

請求項の数 3 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願平10-541776	(73) 特許権者	595020643
(86) (22) 出願日	平成10年3月25日(1998.3.25)		クォアルコム・インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2001-518252(P2001-518252A)		QUALCOMM INCORPORATED
(43) 公表日	平成13年10月9日(2001.10.9)		アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92
(86) 国際出願番号	PCT/US1998/005873		121-1714、サン・ディエゴ、モア
(87) 国際公開番号	W01998/044590		ハウス・ドライブ 5775
(87) 国際公開日	平成10年10月8日(1998.10.8)	(74) 代理人	100058479
審査請求日	平成17年3月23日(2005.3.23)		弁理士 鈴江 武彦
審査番号	不服2007-12603(P2007-12603/J1)	(74) 代理人	100091351
審査請求日	平成19年5月1日(2007.5.1)		弁理士 河野 哲
(31) 優先権主張番号	08/826,309	(74) 代理人	100088683
(32) 優先日	平成9年3月27日(1997.3.27)		弁理士 中村 誠
(33) 優先権主張国	米国(US)	(74) 代理人	100108855
			弁理士 蔵田 昌俊

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アンテナ及びアンテナ用の給電ネットワーク

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1のアンテナ、該第1のアンテナは下記を備える；
 第1のアンテナの第1給電部分の基板の第1の側面に置かれた第1の給電ネットワークを有する第1のアンテナ部分と、
 前記基板の第2の側面に置かれ、前記給電ネットワークと対向する第1の接地平面と、および
 前記基板の前記第1の側面に置かれ、前記給電ネットワークから伸びる第1組の1つ以上の放射器；
 第2のアンテナ、該第2のアンテナは下記を具備する；
 第2給電部分の前記基板の前記第2の側面に置かれた第2の給電ネットワークを有する第2のアンテナ部分と、
 前記第2の給電ネットワークに対向する前記基板の前記第1の側面に置かれた第2の接地平面と、
 前記基板の前記第2の側面に置かれ、前記給電ネットワークから伸びる第2組の1つ以上の放射器；および
 前記第2のアンテナの軸に沿って前記第2のアンテナの前記放射器から流れる電流用の通路を提供し、それによって軸に垂直な方向に放射されるエネルギーを増大させるための手段と；
 ここにおいて、前記第1の給電ネットワークはアンテナの前記第1給電部分に置かれた第

1組の1つ以上のトレースと、前記第1のアンテナ部分の放射器部分に置かれた第2組の1つ以上のトレースとを具備し、前記第2の給電ネットワークは、前記第2給電部分に置かれた第3組の1つ以上のトレースと、前記第2のアンテナ部分の放射器部分に置かれた第4組の1つ以上のトレースとを具備する、を備えるデュアルバンドヘリカルアンテナ。

【請求項2】

前記第1のアンテナ部分の前記放射器部分に置かれた前記第2組の1つ以上のトレースが、前記第1の給電ネットワークから所定の距離にある前記複数の放射器に給電するよう構成されている、請求項1に記載のアンテナ。

【請求項3】

前記放射器が、各々接地トレースを含んで構成され、前記第1および第2の放射器部分に置かれた前記第1および第2の給電ネットワークの前記第1および第2組の1つ以上のトレースが前記接地トレースに対向して前記基板の表面に置かれる、請求項1または2に記載のアンテナ。

【発明の詳細な説明】

発明の背景

I. 発明の分野

本発明はアンテナおよびアンテナ用の給電 (feed) ネットワークに関する。より詳細には、本発明は給電ネットワークの一部がアンテナの放射器と一致する領域に設けられている、給電ネットワークを備えたヘリカル (helical) アンテナに関する。

II. 関連技術の説明

現在のパーソナル通信装置は、多数の移動及び携帯アプリケーションにおいて広範囲に使用されている。伝統的な移動アプリケーションでは、例えば携帯電話等の通信装置のサイズを最小にしたいという希望が適度のレベルの小型化をもたらしている。しかしながら、携帯用の手で保持するタイプのアプリケーションが人気を得るにつれて、より小さな装置に対する需要が劇的に増大している。プロセッサ技術、バッテリー技術および通信技術における最近の開発により、過去数年の間に携帯装置のサイズと重量が劇的に減少した。

サイズの減少が望まれる1つの領域は装置のアンテナである。アンテナのサイズと重量が通信装置の小型化において重要な役割を果たす。アンテナの全体のサイズが装置本体のサイズに影響を及ぼす。小さな直径と短い長さのアンテナにより、本体サイズと共に装置全体のサイズを小さくすることができる。

装置のサイズが、携帯用のアプリケーション用のアンテナを設計する際に考慮しなければならない唯一の要素ではない。アンテナを設計する際に考慮すべき別の要素は、通常の間隔の間に、アンテナに対するユーザの頭付近から生じる減衰及び/又は妨害の影響である。さらに別の要素は、例えば、所望の放射パターン、動作周波数等の、通信リンクの特徴である。

衛星通信システムに広範囲の利用を見出したアンテナは、ヘリカルアンテナである。衛星通信システムにおけるヘリカルアンテナの人気の理由の1つは、このようなシステムにおいて使用される円偏波を作り出し、そして受信できることである。それに加えて、ヘリカルアンテナはほぼ半球である放射パターンを作り出すことができ、ヘリカルアンテナは特に移動衛星通信システムおよび衛星ナビゲーションシステムのアプリケーションに適している。

従来のヘリカルアンテナは、アンテナの放射器をらせん構造へねじることによって作られている。一般的なヘリカルアンテナは芯のまわりに均等に間隔を開けて配置された4つの放射器を利用する4線のヘリカルアンテナであり、直角位相で励起される(つまり、放射器が1周期の1/4または90°だけ位相が異なる信号によって励起される)。放射器の長さは典型的に通信装置の動作周波数の1/4波長の整数倍数である。放射パターンは典型的に、放射器のピッチ、放射器の長さ(1/4波長の整数倍数)、および芯の直径を変化させることにより調節される。

従来のヘリカルアンテナは、ワイヤまたはストリップ技術を使用して作ることができる。

10

20

30

40

50

ストリップ技術では、アンテナの放射器が薄い柔軟な基板上にエッチングまたはデポジット (deposit) される。放射器は互いに平行するが、基板の側部 (または縁) に対して鈍角を為すように位置付けられる。その後、基板を円筒形、円錐形、または他の適当な形状に形成または圧延し、ストリップ放射器がらせん形を形成するようにする。

しかしこの従来のヘリカルアンテナは放射器の長さが所望の共振周波数の $1/4$ 波長の整数倍数であり、従ってアンテナの全長が一部の携帯用または移動アプリケーションのために望ましい長さより長くなってしまふという特徴を有する。

それに加えて、送信および受信が異なる周波数で発生するアプリケーションでは、デュアルバンドアンテナが望ましい。しかしながら、デュアルバンドアンテナはしばしば所望の設定より低いものでしか利用できないことがある。例えば、デュアルバンドアンテナを製造できる1つの方法は、それらが1つの柱体を形成するように、2つのシングルバンドの4線ヘリカルアンテナの端と端を重ねることである。しかし、この解決策の欠点は、このようなアンテナが携帯用または手で保持するタイプのアプリケーションにとって望ましいであろう長さより長くなってしまふことである。

デュアルバンドの性能を提供する別の技術は2つの別々のシングルバンドアンテナを利用することであった。しかしながら、手で保持するタイプの装置に対して、2つのアンテナを互いに近接して配置しなければならない。携帯用または手で保持するタイプの装置の上に近接して配置される2つのシングルバンドアンテナは、2つのアンテナ間の結合を生じさせ、性能の低下と共に望ましくない混信を導くであろう。

発明の概要

1つの態様では、発明は基板；前記基板に置かれる複数の放射器を含んで構成される放射器部分、前記基板は前記放射器がらせん形に構成されるような形状になっており；前記放射器部分に隣接し、基板を含んで構成される給電部分；前記給電部分の前記基板上に置かれる第1組の1つ以上のトレース (traces) と、前記放射器部分の前記基板上に置かれる第2組の1つ以上のトレースとを含んで構成される給電ネットワークを含んで構成されるヘリカルアンテナを提供する。

別の態様では、発明はアンテナの給電部分に置かれる第1組の1つ以上のトレースと、前記アンテナの放射器部分に置かれる第2組の1つ以上のトレースとを含んで構成される、給電ネットワークを提供する。

更なる態様では、発明は、第1のアンテナの第1の給電部分の基板の第1の側面に置かれる第1の給電ネットワークと、前記基板の第2の側面に置かれ、前記給電ネットワークと対向する第1の接地平面と、前記基板に置かれ、前記給電ネットワークから伸びる第1組の1つ以上の放射器を含んで構成される第1のアンテナ部分；第2の給電部分の前記基板に置かれる第2の給電ネットワークと、前記給電ネットワークに対向して前記基板に置かれる第2の接地平面と、前記基板に置かれ、前記給電ネットワークから伸びる第2組の1つ以上の放射器とを含んで構成される第2のアンテナ部分；および前記第2のアンテナの軸に沿って前記第2のアンテナの前記放射器から流れる電流用の通路を提供し、それによって軸に垂直な方向に放射されるエネルギーを増大させる手段とを含んで構成されるデュアルバンドヘリカルアンテナを提供し、前記第1の給電ネットワークはアンテナの前記第1の給電部分に置かれる第1組の1つ以上のトレースと、前記第1のアンテナ部分の放射器部分に置かれる第2組の1つ以上のトレースとを含んで構成され、前記第2の給電ネットワークは前記第2の給電部分に置かれる第3組の1つ以上のトレースと、前記第2のアンテナ部分の放射器部分に置かれる第4組の1つ以上のトレースとを含んで構成される。

更なる態様では、発明は2組の互いにかみ合うトラックが、湾曲した表面に形成された共通の基板上に設けられ、トラックが各々の実質的にらせん形の通路に従い、給電ネットワークが1組のトラックの一部と一致するアンテナを提供する。

本発明は放射器部分と給電部分とを含むアンテナ用の新規の改良された給電ネットワークに具体化される。給電ネットワークは、給電ネットワークの部分がアンテナの放射器部分に置かれ、給電ネットワークの残りの部分が給電部分に置かれるように構成される。給電ネットワークの一部が放射器部分に置かれるので、給電ネットワークの残りの部分は給電

10

20

30

40

50

部分に少しの面積しか必要としない。その結果、アンテナの給電部分を従来の給電ネットワークを有するアンテナと比べて小さくすることができる。この構成は給電部分に少しの面積しか必要としないので、給電ネットワークは面積効率的であると言える。

好ましい実施形態では、放射器部分に置かれる給電ネットワークのトレースが放射器の基礎部分に対向して置かれる。従って、放射器の基礎部分が給電ネットワークのこの部分用の接地平面として作用する。

給電ネットワークは、シングルバンドおよびマルチバンドヘリカルアンテナを含む、変化する構成の多数の異なるタイプのアンテナと共に実装することができる。

発明の1つの利点は、従来の給電ネットワークを有するアンテナと比べて、アンテナ全体のサイズと給電損失量が減少することである。

1つの実施形態では、給電ネットワークは、2組の1つ以上のらせん形に巻かれた放射器を有するデュアルバンドヘリカルアンテナと共に実装される。アンテナが円筒形、円錐形、または最適化された、あるいはそうでなければ所望の放射パターンを得るための他の適当な形状になるように、放射器が巻かれる、あるいは包まれる。この実装によれば、1組の放射器が第1周波数における動作用に提供され、第2組が好ましくは第1周波数とは異なる第2周波数における動作用に提供される。各々の組の放射器は信号を提供して放射器を駆動するために、連合する給電ネットワークを有する。このように、デュアルバンドアンテナは各々が放射器部分と給電部分を有する、2つのシングルバンドアンテナで構成されるものとして説明することができる。

信号を第1のシングルバンドアンテナに供給するために、タブを設けることができる。タブは第1のシングルバンドアンテナの給電部分から伸びる。アンテナが円筒形またはその他の適当な形状に形成される場合、タブはアンテナの軸と整列する。より詳細には、好ましい実施形態では、タブは中央に置かれた給電構造を提供するために、放射状内向きに伸びる。このように、タブと給電線は第2のシングルバンドアンテナの信号パターンを干渉しない。

【図面の簡単な説明】

本発明の特徴、目的および利点は、図面と関連して為される下記の発明の実施形態の詳細な説明から明白となるであろう。図面において、同じ参照文字が図面を通じて対応する同じ成分を特定する。更に、参照符号の左端のディジットはその参照符号が最初に現われる図面を特定する。

図1 Aは従来のワイヤ4線ヘリカルアンテナを示す図である。

図1 Bは従来のストリップ4線ヘリカルアンテナを示す図である。

図2 Aは開路または開放終端された4線ヘリカルアンテナの平面表示を示す図である。

図2 Bは短絡された4線ヘリカルアンテナの平面表示を示す図である。

図3は短絡された4線ヘリカルアンテナの放射器上の電流分布を示す図である。

図4はストリップヘリカルアンテナのエッチングされた基板の遠位表面を示す図である。

図5はストリップヘリカルアンテナのエッチングされた基板の近位表面を示す図である。

図6はストリップヘリカルアンテナのエッチングされた基板の斜視図を示す図である。

図7 Aは発明の一実施形態による、5つの結合したセグメントを有する開路結合されたマルチセグメント放射器を示す図である。

図7 Bは発明の一実施形態による、一对の短絡結合されたマルチセグメント放射器を示す図である。

図8 Aは発明の一実施形態による、短絡結合されたマルチセグメント4線ヘリカルアンテナの平面表示を示す図である。

図8 Bは発明の一実施形態による、円筒形に形成された結合マルチセグメント4線ヘリカルアンテナを示す図である。

図9 Aは発明の一実施形態による、放射器セグメントの重複部分とスペーシングsを示す図である。

図9 Bは結合マルチセグメントヘリカルアンテナの放射器セグメント上の電流分布の例を示す図である。

10

20

30

40

50

図10Aは90°だけ位相が異なる2ポイントソース放射信号を示す図である。

図10Bは図10Aに示されたポイントソース用のフィールドパターンを示す図である。

図10Cは従来のヘリカルアンテナ用の円偏波フィールドパターンと、アンテナの軸と整列する給電タブを有するヘリカルアンテナ用の円偏波フィールドパターンを示す図である。

図11は各々のセグメントがいずれかの側のセグメントから等距離の所に置かれた実施形態を示す図である。

図12は発明の一実施形態による結合マルチセグメントアンテナの実装の一例を示す図である。

図13は発明の一実施形態による積み重ねられたデュアルバンドヘリカルアンテナの表面の平面表示を示す図である。

10

図14は放射器用の給電ポイントが給電ネットワークから少し離れて位置付けられた、発明の一実施形態による積み重ねられたデュアルバンドヘリカルアンテナの表面の平面表示を示す図である。

図15は発明の一実施形態による積み重ねられたデュアルバンドヘリカルアンテナの1つのアンテナに供給するために使用されるタブの平面表示を示す図である。

図16は発明の一実施形態による積み重ねられたデュアルバンドヘリカルアンテナ用の寸法の例を示す図である。

図17は従来の直角位相給電ネットワークの一例を示す図である。

図18は発明の一実施形態によるアンテナの放射器へと伸びる部分を有する給電ネットワークを示す図である。

20

図19は発明の一実施形態によるアンテナ用の、給電パスを含む信号トレースと共に、給電ネットワークを示す図である。

図20は発明の一実施形態によるアンテナの接地平面の外形を示す図である。

図21は発明の一実施形態により重ねられたデュアルバンドアンテナの接地平面と信号トレースを示す図である。

図22Aは一実施形態による円筒形または他の適当な形状のアンテナを維持するための構造を示す図である。

図22B～22Eは図22Aに示した実施形態による円筒形または他の適当な形状のアンテナの形成を示す図である。

30

図23Aは一実施形態による円筒形または他の適当な形状のアンテナを支持する際に使用するのに適した形状を示す図である。

図23Bと23Cは図23Aに示した実施形態による円筒形または他の適当な形状のアンテナの形成を示す図である。

好ましい実施形態の詳細な説明

I. 発明の概観と議論

本発明はアンテナ用の効率的面積の給電ネットワークに向けられている。給電ネットワークの一部がアンテナの放射器部分に設けられる。これはアンテナの給電部分に要求される面積を減少させる。

II. 例示の環境

40

幅広い意味では、発明はヘリカルアンテナ技術を利用することができるどのようなシステムにおいても実装することができる。このような環境の一例は、固定電話、移動電話および/または携帯電話を有するユーザが衛星通信リンクを通して他の人と通信する通信システムである。この例示の環境においては、電話が衛星通信リンクの周波数に調整されたアンテナを有することが必要である。

本発明をこの例示の環境に関して説明する。これらについての説明は便宜上提供するだけであって、発明をこの例示の環境に制限するつもりはない。実際、以下の説明を読めば、発明を別の環境に実装する方法が当業者には明白となるであろう。

III. 従来のヘリカルアンテナ

発明の実施形態を詳細に説明する前に、従来のヘリカルアンテナの放射器部分を説明する

50

ことが有用である。特に、明細書のこの項では従来の4線ヘリカルアンテナの放射器部分について説明する。図1Aと1Bは各々ワイヤ形状とストリップ形状の従来の4線ヘリカルアンテナの放射器部分100を示す図である。図1Aと1Bに示した放射器部分100は4線ヘリカルアンテナのものであり、つまり直角位相で動作する4つの放射器104を有することを意味する。図1Aと1Bに示すように、放射器104は円偏波を提供するように巻かれている。

図2Aと2Bは従来の4線ヘリカルアンテナの放射器部分の平面表示を示す図である。換言すれば、図2Aと2Bは、アンテナの柱体が平らな表面に「広げられた」とすれば出現するであろう放射器を示している。図2Aは遠端で開放回路または開放終端された4線ヘリカルアンテナを示す図である。このような構成に対して、放射器208の共振長 l は所望の共振周波数の $1/4$ 波長の奇数整数倍数である。

10

図2Bは遠端で短絡された、あるいは電気接続された4線ヘリカルアンテナを示す図である。この場合、放射器208の共振長 l は所望の共振周波数の $1/4$ 波長の偶数整数倍数である。両方の場合において、理想的ではない短い開放終端を補償するために少々の調整が通常必要であるので、上述の共振長 l は近似値であることに注意されたい。

図3は、長さ $l = \lambda / 2$ （式中、 λ はアンテナの所望の共振周波数の波長である）を有する放射器208を含む、4線ヘリカルアンテナ300の放射器部分の平面表示を示す図である。曲線304は $f = v / \lambda$ （式中、 v は媒体内の信号速度である）の周波数において共振する放射器208上の信号用の電流の相対的大きさを表す。

プリント回路基板技術（ストリップアンテナ）を使用して実装される4線ヘリカルアンテナの実装例を図4～6を参照して詳細に説明する。ストリップ4線ヘリカルアンテナは誘電体基板406上にエッチングされたストリップ放射器104A～104Dで構成される。基板は放射器104A～104Dが柱体の中心軸を中心にしてらせん形に巻かれるように、円筒形、円錐形またはその他の適当な形状に圧延される薄い柔軟な材料である。

20

図4～6は4線ヘリカルアンテナ100を作成するために使用される成分を図示している。図4と図5は各々基板406の遠位表面400と近位表面500の図を表す。アンテナ100は放射器部分404と給電部分408を含む。

ここで説明し図示する実施形態では、アンテナが基板を円筒形に形成することによって作られ、近位表面が形成された柱体の外面にあるものとして説明する。別の実施形態では、基板を円筒形に形成し、遠位表面が柱体の外面にある。

30

一実施形態では、誘電体基板100はポリテトラフルオロエタレン（PTFE）、PTFE/ガラス複合材、または他の誘電材料の薄い柔軟な層である。一実施形態では、基板406は約 0.005 inまたは 0.13 mmの厚さであるが、他の厚さも選ぶことができる。信号トレースおよび接地トレース（ground trace）は銅を使用して提供される。別の実施形態では、費用、環境的な問題および他の要素を考慮して、銅の代わりに他の伝導材料も選ぶことができる。

図5に示した実施形態では、給電ネットワーク508は給電部分408上にエッチングされ、放射器104A～104Dに提供される直角位相信号（つまり 0° 、 90° 、 180° および 270° の信号）を提供する。遠位表面400の給電部分408は給電回路508用の接地平面412を提供する。給電回路508用の信号トレースは給電部分408の近位表面500にエッチングされる。

40

説明目的のために、放射器部分404は給電部分408に隣接する第1の端432と第2の端434（放射器部分404の対向する端）を有する。実装されるアンテナの実施形態に応じて、放射器104A～104Dは放射器部分404の遠位表面400へとエッチングすることができる。放射器104A～104Dが第1の端432から第2の端434に向かって伸びる長さは、所望の共振周波数の $1/4$ 波長のほぼ整数倍数である。

放射器104A～104Dが $\lambda/2$ の整数倍数であるこのような実施形態では、放射器104A～104Dは第2の端434において互いに電気接続される（つまり、ショートまたは短絡される）。この接続は、基板を柱体に形成する時、アンテナの円周まわりにリング604を形成する、第2の端434を横切る導線によって実施することができる。図6

50

は第2の端434において短絡リング604を有するストリップヘリカルアンテナのエッチングされた基板の斜視図を示す図である。

従来からの4線ヘリカルアンテナの1つが、Burrellらの米国特許第5,198,831号('831特許と称する)に記載されており、この特許は参照してここに組み込まれる。'831特許に記載されているアンテナは、誘電体基板にエッチングまたはそうでなければデポジットされた放射器を有するプリント回路基板アンテナである。基板は柱体に形成され、放射器のらせん構成を生じさせる。

別の従来よりの4線ヘリカルアンテナが、Terryらの米国特許第5,255,005号('005特許と称する)に開示されており、この特許は参照してここに組み込まれる。'005特許に記載されたアンテナは直交して位置付けられ、直角位相で励起される2つのパイファイラ(2線)らせんによって形成される4線ヘリカルアンテナである。開示されたアンテナは第2の4線らせんを有し、それは第1のらせんと同軸で電磁結合されて、アンテナの通過帯域を改良する。

更に別の従来からの4線ヘリカルアンテナがOwらの米国特許第5,349,365号('365特許と称する)に開示されており、この特許は参照してここに組み込まれる。'365特許に記載されたアンテナは図1Aを参照して説明したワイヤ形状にデザインされた4線ヘリカルアンテナである。

IV. 結合マルチセグメントヘリカルアンテナ

アンテナの放射器部分100の長さを短くするために、ヘリカルアンテナの一形態は結合マルチセグメント放射器を利用し、それは等しい共振長のヘリカルアンテナのために必要であるであろうものより短い長さで所定の周波数の共振を可能にする。

図7Aと7Bは結合セグメントヘリカルアンテナの実施形態の一例の平面表示を示す図である。図7Aは1つの単線の実施形態による開放回路で終端する結合マルチセグメント放射器706を図示している。このような開放回路で終端するアンテナは、単線、2線、4線、または他のx線の実装において使用することができる。

図7Aに示した実施形態は1つの放射器706で構成される。放射器706は一組の放射器セグメントで構成される。このセットは2つの端セグメント708、710と、p個の中間セグメント712で構成され、 $p = 0, 1, 2, 3, \dots$ である($p = 3$ の場合が図示されている)。中間セグメントは任意である(つまり、pはゼロに等しくてもよい)。端セグメント708、710は物理的に互いに分離しているが、電磁的には結合されている。中間セグメント712は端セグメント708、710間に位置付けられ、端セグメント708、710間に電磁結合を提供する。

開放終端された実施形態では、セグメント708の長さ l_{s1} は所望の共振周波数の $1/4$ 波長の奇数整数倍数である。セグメント710の長さ l_{s2} は所望の共振周波数の $1/2$ 波長の整数倍数である。各々のp中間セグメント712の長さ l_{sp} は所望の共振周波数の $1/2$ 波長の整数倍数である。図示した実施形態では、3つの中間セグメント712(つまり、 $p = 3$)がある。

図7Bは短絡722で終端する場合の、ヘリカルアンテナの放射器706を図示している。この短絡実装は単線アンテナには適していないが、2線、4線または他のx線アンテナに使用することができる。開放回路の実施形態の場合のように、放射器706は一組みの放射器セグメントで構成される。このセットは2つの端セグメント708、710と、p個の中間セグメント712で構成され、 $p = 0, 1, 2, 3, \dots$ である($p = 3$ の場合が図示されている)。中間セグメントは任意である(つまり、pはゼロに等しくてもよい)。端セグメント708、710は物理的に互いに分離しているが、電磁的には結合されている。中間セグメント712は端セグメント708、710間に位置付けられ、端セグメント708、710間に電磁結合を提供する。

短絡された実施形態では、セグメント708の長さ l_{s1} は所望の共振周波数の $1/4$ 波長の奇数整数倍数である。セグメント710の長さ l_{s2} は所望の共振周波数の $1/4$ 波長の奇数整数倍数である。各々のp中間セグメント712の長さ l_{sp} は所望の共振周波数の $1/2$ 波長の整数倍数である。図示した実施形態では、3つの中間セグメント712(つま

10

20

30

40

50

り、 $p = 3$)がある。

図8Aと8Bは発明の一実施形態による結合マルチセグメント4線ヘリカルアンテナの放射器部分800を示す図である。図8Aと8Bは図7Bに示したアンテナの1つの実装例を示しており、 $p = \text{ゼロ}$ であり(つまり、中間セグメント712がない)、セグメント708と710の長さは $1/4$ 波長である。

図8Aに示した放射器部分800は4線ヘリカルアンテナの平面表示であり、4つの結合放射器804を有している。結合アンテナにおける各々の結合された放射器804は実際には互いに近接して位置付けられた2つの放射器セグメント708、710で構成され、放射器セグメント708のエネルギーが他の放射器セグメント710に結合される。

より詳細には、一実施形態によれば、放射器部分800は2つの部分820、824を有するものとして説明することができる。部分820は放射器部分800の第1の端832から、放射器部分800の第2の端834に向かって伸びる複数の放射器セグメント708で構成される。部分824は放射器部分800の第2の端834から、第1の端832に向かって伸びる複数の放射器セグメント710で構成される。放射器部分800の中央領域に向かって、各々のセグメント708の一部が隣接するセグメント710に近接しており、1つのセグメントからのエネルギーが近接部分において隣接するセグメントに結合される。これを本明細書では重複部分と称する。

好ましい実施形態では、各々のセグメント708、710がほぼ $l_1 = l_2 = \lambda/4$ の長さのものである。2つのセグメント708、710を備える1つの放射器の全長を l_{tot} と定義する。1つのセグメント708が別のセグメント710に重なる量を、 $\Delta = l_1 + l_2 - l_{tot}$ と定義する。

共振周波数 $f = c/\lambda$ に対して、放射器 l_{tot} の全長は $\lambda/2$ の $1/2$ 波長の長さより短い。換言すれば、結合の結果として、一对の結合セグメント708、710を備える放射器は、その放射器の全長が $\lambda/2$ の長さより短くても、周波数 $f = c/\lambda$ で共振する。従って、 $1/2$ 波長の結合マルチセグメント4線ヘリカルアンテナの放射器部分800は、所定の周波数 f に対する従来の $1/2$ 波長の4線ヘリカルアンテナ800の放射器部分より短くなる。

結合構成を使用することにより得られるサイズの減少を明確に図示するために、図8に図示した放射器部分800を図3に図示したものと比較してみよう。所定の周波数 $f = c/\lambda$ に対して、従来のアンテナの放射器部分300の長さ l は $\lambda/2$ であり、一方、結合放射器セグメントアンテナの放射器部分800の長さ l_{tot} は $\lambda/2$ より短い。

上述のように、一実施形態では、セグメント708、710は $l_1 = l_2 = \lambda/4$ の長さのものである。各々のセグメントの長さは、 l_1 が l_2 に必ずしも等しい必要がなく、またそれらが $\lambda/4$ に等しくないように変更することができる。各放射器の実際の共振周波数は、放射器セグメント708、710の長さ、放射器セグメント708と710間の分離距離、およびセグメント708と710が互いに重複する量の関数である。

1つのセグメント708の他のセグメント710に対する長さの変更を使用して、アンテナの帯域幅を調節することに注意されたい。例えば、 $\lambda/4$ よりわずかに大きくなるように l_1 を長くし、 $\lambda/4$ よりわずかに短くなるように l_2 を短くすることで、アンテナの帯域幅を増大することができる。

図8Bは発明の一実施形態による結合マルチセグメント4線ヘリカルアンテナの実際のらせん構成を図示している。これは一実施形態において各々の放射器が2つのセグメント708、710でどのように構成されるかを示している。セグメント708は放射器部分の第1の端832から放射器部分の第2の端834に向かってらせん形に伸びる。セグメント710は放射器部分の第2の端834から放射器部分の第1の端832に向かってらせん形に伸びる。更に図8Bはセグメント708と710の一部が互いに電磁的に結合されるように重複しているのを示している。

図9Aは放射器セグメント708と710間の分離 s と重複部分 Δ を示す図である。分離 s は十分な量のエネルギーが放射器セグメント708と710間に結合され、それらがほぼ $\lambda/2$ とその整数倍の効果的な電氣的長さの1つの放射器として機能できるように選ば

10

20

30

40

50

れる。

この最適スペーシングよりも近い放射器セグメント708、710のスペーシングはセグメント708、710間に大きな結合を生じさせる。その結果、所定の周波数 f に対して、セグメント708、710の長さを増大して同じ周波数 f における共振を可能にしなければならない。これは物理的に接続された(つまり、 $s = 0$)セグメント708、710の極端な場合によって図示することができる。この極端な場合では、セグメント708、710の全長はアンテナが共振するために $\lambda/2$ に等しくなければならない。この極端な場合では、アンテナは本明細書における用語の使用によれば、もはや実際に「結合」されず、その結果生じる構成は実際には図3に示したような従来のヘリカルアンテナのものである。

10

同様に、セグメント708、710の重複部分の量の増大が結合を増大させる。このように、重複部分が増大するにつれて、セグメント708、710の長さも増大させる。セグメント708、710用の最適の重複部分とスペーシングを質的に理解するために、図9Bを参照する。図9Bは各々のセグメント708、710上の電流の大きさを表している。電流強度インジケータ911、928は、各々のセグメントが理想的には $\lambda/4$ で共振し、外端において最大信号強度と内端において最低の信号強度を有することを示している。

結合された放射器セグメントアンテナに対するアンテナの輪郭を最適化するために、発明者達はモデリングソフトウェア(modeling software)を利用して、他のパラメータの中で正確なセグメント長 l_1 、 l_2 と、重複部分と、スペーシング s を決定した。このようなソフトウェアパッケージはアンテナオプティマイザ(AO)(Antenna Optimizer)ソフトウェアパッケージである。AOはモーメント電磁アンテナモデリングアルゴリズム(moments electromagnetic antenna-modeling)の方法に基づいている。AOアンテナオプティマイザ、バージョン6.35、著作権1994年はカリフォルニア州サンディエゴ(San Diego, California)のBrian Beezleyによって書かれており、彼から入手できる。

20

図8Aと8Bを参照して上述したように、結合構成を使用することにより得られる利点があることに注意されたい。従来のアンテナと結合放射器セグメントアンテナでは、電流が放射器の端に集中する。アレイ要素理論に従って、特定のアプリケーションにおける結合放射器セグメントアンテナに有利なようにこれを使用することができる。

30

説明のために、図10Aは2つのポイントソースA、Bを図示する図であり、ソースAはソースBの信号の大きさに等しい大きさを有するが、 90° だけ位相が遅れた信号を放射している($e^{j\omega t}$ コンベンション(convention)を仮定する)。ソースA、Bが $\lambda/4$ の距離だけ分離されている場合、信号はAからBへと移動する方向に位相を加え、BからAへの方向の位相から離れて加算する。その結果、非常に少しの放射しかBからAへの方向には放射されない。図10Bに示した典型的な代表的フィールドパターンがこのポイントを示している。

このように、AからBへの方向が上向きになり、地面から離れ、またBからAへの方向が地面に向かうように、ソースAとBが方位付けられる時、ほとんどのアプリケーションにとってアンテナが最適化される。これはユーザが地面に向かう信号強度を指示するアンテナを希望することがまれであるためである。この構成は特に、信号強度の大部分が地面から離れて上向きになることが望まれる衛星通信のために有用である。

40

図10Aに設計されたポイントソースアンテナは、従来の $1/2$ 波形のヘリカルアンテナを使用して達成することは困難である。図3に図示したアンテナの放射器部分を考えてみよう。放射器208の両端における電流強度の集中はほぼポイントソースを近似する。放射器がらせん形の輪郭にねじられた時、 90° 放射器の一端が 0° 放射器の他端と整列して位置付けられる。このように、これは直線の2つのポイントソースを近似する。しかしながら、これらの近似ポイントソースは、図10Aに図示した所望の $\lambda/4$ 構成に対してほぼ $\lambda/2$ だけ分離される。

しかしながら、発明を具体化する結合放射器セグメントアンテナは、近似されたポイント

50

ソースが $\lambda/4$ に近い距離に間隔を開けて配置される実装を提供することに注意されたい。従って、結合放射器セグメントアンテナはユーザが図 10A に図示したアンテナの指向性特徴を利用できるようにする。

図 8 に図示した放射器セグメント 708、710 は、セグメント 708 がその関連するセグメント 710 に非常に近いが、各々の対のセグメント 708、710 が隣接する対のセグメントから相対的に離れていることを示している。1つの別の実施形態では、各々のセグメント 710 がいずれかの側でセグメント 708 から等距離に置かれる。この実施形態が図 11 に示されている。

次に図 11 において、各々のセグメントは実質的に各々の対の隣接するセグメントから等距離にある。例えば、セグメント 708B はセグメント 710A と 710B から等距離にある。つまり、 $s_1 = s_2$ である。同様に、セグメント 710A はセグメント 708A と 708B から等距離にある。

この実施形態は望ましくない結合が存在しているかのように見えるという点で直観に反している。換言すれば、1つの位相に対応するセグメントは同じ位相の適切なセグメントのみならず、シフトされた位相の隣接するセグメントにも結合するであろう。例えば、セグメント 708B、 90° のセグメントはセグメント 710A (0° セグメント) と 710B (90° セグメント) に結合するであろう。上部セグメント 710 からの放射を 2つの別々のモードとして考えることができるので、このような結合は問題ではない。一方のモードが左側の隣接するセグメントに結合することから生じ、他方のモードが右側の隣接するセグメントに結合することから生じる。しかしながら、これらのモードの両方が同じ方向に放射を提供するように調整して位相が等しくされる。従って、この二重結合は結合マルチセグメントアンテナの操作にとって有害ではない。

図 12 は結合された放射器セグメントアンテナの実装例を図示する図である。図 12 において、アンテナは放射器部分 1202 と給電部分 1206 を備える。放射器部分はセグメント 708、710 を含む。図 12 に提供された寸法は放射器部分 1202 の全長に対するセグメント 708、710 の寄与と、重複部分の量を示している。

柱体の軸に平行する方向のセグメントの長さが、セグメント 708 に対しては $l_1 \sin \theta$ として示され、セグメント 710 に対しては $l_2 \sin \theta$ として示されており、 θ はセグメント 708、710 の内角である。

図 8A と 9A において図示したように、セグメントの重複部分は参照文字 d で示されている。アンテナの軸に平行する方向の重複部分の量は、図 12 に示すように、 $d \sin \theta$ によって与えられる。

セグメント 708、710 はスペーシング s によって分離され、それは上述のように変動することができる。セグメント 708 と 710 の端と放射器部分 1202 の端間の距離はギャップとして定義され、各々参照文字 g_1 、 g_2 によって図示される。ギャップ g_1 、 g_2 は互いに等しくてもよいが、等しい必要はない。やはり、上述したように、セグメント 708 の長さはセグメント 710 の長さに対して変動することができる。

セグメント 710 の一端から次のセグメントまでのオフセット量は参照文字 o で示される。隣接するセグメント 710 間の分離は参照文字 s で示され、らせんの直径によって決定される。

給電部分 1206 は放射器セグメント 708 に直角位相信号を提供するために適切な給電ネットワークを含む。給電ネットワークは当業者には公知であり、従ってここでは詳細に説明しない。

図 12 に示した実施例では、セグメント 708 は各々のセグメント 708 に沿って、インピーダンス整合を最適化するために選ばれる給電ネットワークからの距離に、位置付けられた給電ポイントにおいて給電される。図 12 に示した実施形態では、この距離が参照文字 r_{feed} によって図示される。

連続線 1224 が基板の遠位表面の接地部分用の境界を図示することに注意されたい。遠位表面のセグメント 708 に対向する接地部分は給電ポイントへと伸びる。セグメント 708 の薄い部分が近位表面上にある。給電ポイントにおいて、近位表面上のセグメント 7

10

20

30

40

50

08の厚さが増大する。

次に、ほぼ1.6GHzでLバンドにおける動作に適した結合放射器セグメント4線ヘリカルアンテナの一例のために寸法を提供する。これは例目的のためだけであり、Lバンドにおける動作に対して他の寸法も可能であることに注意されたい。それに加えて、同様に他の周波数帯域における動作に対して他の寸法も可能である。

Lバンドの実施形態における放射器部分1202の全長は2.30インチ(58.4mm)である。この実施形態では、ピッチ角は73°である。この角度では、この実施形態に対するセグメント708の長さ $l_1 \sin$ は1.73インチ(43.9mm)である。図示した実施形態では、セグメント710の長さはセグメント708の長さに等しい。

10

一例では、セグメント710はセグメント708の隣接する対から実質的に等距離に位置付けられる。セグメント710が隣接するセグメント708から等距離にあるこの実施形態の1つの実装では、スペーシング $s_1 = s_2 = 0.086$ インチである。他のスペーシングも可能であり、例えば、隣接するセグメント708から0.070インチ(1.8mm)にあるセグメント710のスペーシング s も可能である。

放射器セグメント708、710の幅は、この実施形態では0.11インチ(2.8mm)である。他の幅も可能である。

Lバンドの例は対称的なギャップ $g_1 = g_2 = 0.57$ インチ(14.5mm)を特徴とする。放射器部分1202の両端(つまり、 $g_1 = g_2$)に対してギャップが対称である場合、放射器708、710は1.16インチ(29.5mm)(1.73~0.57インチ)の重複部分 $s \sin$ を有する。

20

セグメントオフセット o_s は0.53インチであり、セグメント分離 s_s は0.393インチ(10.0mm)である。アンテナの直径は $4 \cdot s_s / \sin$ である。

一実施形態では、これは給電ポイントから給電ネットワークまでの距離 d_{feed} が $d_{feed} = 1.57$ インチ(39.9mm)であるように選ばれる。その他の給電ポイントもインピーダンス整合を最適化するために選ぶことができる。

上述した実施形態の例はヘリカルアンテナを囲み、放射器と接触する0.032インチの厚さのポリカーボネートレードームとの関連で使用するために設計されている。レードームまたは他の構造物が所望の周波数の波長にどのように影響するかは当業者には明白である。

30

今述べたばかりの実施形態の例では、Lバンドアンテナの放射器部分の全長が従来の1/2波長のLバンドアンテナの全長より縮小される。従来の1/2波長のLバンドアンテナに対して、放射器部分の長さは約3.2インチ(つまり、 $l_2 (\sin)$)であり、は水平位置に対してセグメント708、710の内角)、または(81.3mm)である。上述の実施形態の例に対しては、放射器部分の全長は2.3インチ(58.42mm)である。これは従来のアンテナのサイズの実質的な節約を表す。

V. 積み重ねられたデュアルバンドヘリカルアンテナ

シングルバンドヘリカルアンテナの幾つかの実施形態について説明してきたが、次に本発明を具体化するデュアルバンドについて説明する。本発明は2つの異なる動作周波数において共振することができるデュアルバンドヘリカルアンテナに向けられている。2つのヘリカルアンテナは端と端が積み重ねられ、1つのアンテナが第1周波数で共振し、他方のアンテナが第2周波数で共振する。各々のアンテナは1つ以上のらせん形に巻かれた放射器で構成される放射器部分を有する。各々のアンテナは給電ネットワークと接地平面で構成される給電部分を有する。2つのアンテナは1つのアンテナの接地平面が他方のアンテナの放射器の遠位端を横切る短絡リングとして使用されるように積み重ねられる。

40

図13は発明の一実施形態によるデュアルバンドヘリカルアンテナの遠位表面400と近位表面500の平面表示を示す図である。デュアルバンドヘリカルアンテナは2つのシングルバンドヘリカルアンテナで構成され、ヘリカルアンテナ1304が第1の共振周波数で動作し、ヘリカルアンテナ1308が第2の共振周波数で動作する。

図13に示した実施形態では、給電ネットワーク508、放射器104A~104D、お

50

よび第1のアンテナ1304が第1のアンテナ1304の近位表面500の上に置かれる。また近位表面500には、第2のアンテナ1308の給電ネットワーク508用の接地平面412も置かれる。遠位表面400には、給電ネットワーク508と第2のアンテナ1308の放射器104A~104Dと共に、第1のアンテナ1304の給電部分用の接地平面412が置かれる。

図2A、2Bを参照して上述したように、放射器104A~104Dの共振長 l が所望の共振周波数の $1/4$ 波長の偶数整数倍数である場合、放射器104A~104Dの遠位端が短絡される。図13に示すように、この短絡は第1のアンテナ1304の接地平面412を使用して達成される。この構成の結果、付加的な短絡リングを放射器104A~104Dの端に加える必要がない。

10

図13に示した実施形態では、放射器104A~104Dの端が開放回路であるので、第1のアンテナ1304が所望の共振周波数の $1/4$ 波長の奇数整数倍数で共振するものとして示されていることに注意されたい。別の実施形態では、これらの放射器104A~104Dの長さを所望の共振周波数の $1/4$ 波長の偶数整数倍数となるように変更しながら、短絡リング(図示せず)を第1のアンテナ1304のこれらの放射器104A~104Dの遠端に加えることができるであろう。

図13を参照して説明したデュアルバンドアンテナの放射器104A~104Dは、給電ネットワーク508の近くの第1の端において給電されるものとして図示されている。ヘリカルアンテナの放射器104A~104Dの給電ポイントは、放射器104A~104Dの長さに沿ったどのポイントにも位置付けられることが公知であり、このような位置付けは主としてインピーダンス整合の考慮に基づいて決定される。図14は放射器104A~104Dの給電ポイントが給電ネットワーク508から所定の距離に位置付けられる、デュアルバンドヘリカルアンテナの一実施形態を示す図である。特に、図14に示した実施形態では、第1アンテナ1304の給電ポイントAが給電ネットワーク508から距離 l_{FEED1} に位置付けられ、第2アンテナ1308の給電ポイントBが給電ネットワーク508から距離 l_{FEED2} に位置付けられる。

20

この実施形態は放射器104A~104Dが基板406の第1表面上の接地トレース1436と、基板406の第2表面上の前記接地トレース1436と対向する接地トレース1438と、基板406の第2表面上の放射器トレース1440とで構成される。

図13に示した実施形態の場合と同様に、この実施形態では、第2アンテナ1308の放射器が所望の共振周波数の $1/4$ 波長の偶数整数倍数で共振するように、第1アンテナ1304の接地平面412が放射器104A~104Dと第2アンテナ1308用の短絡リングとして作用する。

30

積み重ねられたアンテナの全長を減少させるために、上述の縁の結合技術を利用することができる。このような実施形態では、図13と14に図示したように第1アンテナ1304および/または第2アンテナ1308の放射器104A~104Dが、例えば図12に示したような縁が結合された放射器と取り換えられる。

図13および図14に図示したようなデュアルバンドアンテナを提供する1つのチャレンジは、第1アンテナ1304に給電するというものである。この目的のために、第1アンテナ1034は第1アンテナ1304の給電部分の下部領域から伸びるタブによって給電される。

40

図15は第1アンテナ1304に給電するために使用されるこのようなタブを図示する図である。図15において、タブ1504は基板406上の第1アンテナ1304の給電部分の側部から伸びる。図15に図示した実施形態では、タブ1504はほぼ" L "字型であり、所定の距離に第1アンテナ1304の給電部分から水平に伸び、次に第2アンテナ1308の給電部分の方向に、中心を軸方向に角度を為して曲げられる。1504は直角に形付けられるものとして図示されているが、様々な半径の曲線であってよいので、他の角度も使用することができる。

理想的には、ヘリカルアンテナを形成するために、基板406を柱体またはその他の適当な形状に巻く場合、タブ1504の軸成分1524が実質的にデュアルバンドヘリカルア

50

ンテナの軸に沿うようになる。ヘリカルアンテナの軸と一致するタブ1504の軸成分1524を有することで、アンテナの放射パターンに対するこの部材の影響を最小にする。図15に示すように、好ましい実施形態では、タブ1504は第1アンテナ1304から可及的に離れた垂直位置において第1アンテナ1304の給電部分から伸びる。これは第1アンテナ1304の放射パターンに対するタブ1504の影響を最小にするためである。第2アンテナ1308が結合セグメント1/2波長のアンテナであり、第2アンテナ1308の放射器104A~104Dの端が第1アンテナ1304の接地平面412によって短絡されるので、タブ1504は第2アンテナ1308の放射パターンに対して最低の影響しか及ぼさない。

好ましくは、第1アンテナ1304の給電部分1206の長さ l_{gp} は、適当な動作周波数における2つの要素を考慮して決定することができる。まず第1に、第1アンテナ1304の放射器から第2アンテナ1308に流れる電流量を最小にし、またその逆の流れも最小にすることが望ましい。換言すれば、2つのアンテナ間の絶縁を達成することが望ましい。これは問題の周波数において、一組みの放射器から他方の放射器へと電流が伸びないようにする長さであることを保証することによって達成され得る。

別のチャレンジは第1アンテナ1304の放射器104A~Dからの電流がタブ1504に到達しないようにするという目標である。第1アンテナ1304からの電流はタブ1504に向かって第1アンテナ1304の給電部分を横切って移動するにつれて減衰される。タブ1504はこれらの電流における非対称的な断絶を作り出す。従って、タブ1504に達する電流の大きさを実際のな程度に最小にすることが望ましい。

この説明を読めば、使用する材料、問題の周波数、予想されるアンテナの電力レベル、および他の公知の要素に基づいて、適切な長さ l_{gp} の給電部分1206を実装する方法が当業者にとって明白となるであろう。この決定はサイズと性能間のトレードオフを必然的に伴うかもしれない。

この実施形態ではタブ1504の影響が全然存在しないのではないことに注意されたい。タブ1504が第2アンテナ1308の放射器の近傍にあるので、第2アンテナ1308からの一部の電流がタブ1504に結合され、従ってアンテナの軸に沿って結合される。この電流が第2アンテナ1308の放射に影響を及ぼし、アンテナの側部に対する増大した放射を生じさせる。アンテナが垂直に装着される場合のアプリケーションに対しては、これは水平方向に放射を増大させ、垂直方向に放射を減少させる。その結果、このアプリケーションは、通信装置間の通信を中継するために低い地球軌道が使用される衛星通信システムに適している。

この影響が図10Cに図示されており、円偏波(circular polarization)放射パターン1010が従来のヘリカルアンテナに対する典型的な放射パターンを表示しており、放射パターン1020が第2アンテナ1308に対する放射パターンを表示している。図10Cに示すように、パターン1020は従来のパターン1010より「平らで」かつ「幅広い」ものである。

第1アンテナ1304への信号の結合を可能化するために、タブ1504はクリンプ(crimp)等のコネクタ、またははんだ付けコネクタあるいは給電ケーブルとタブ1504上の信号トレース間の接続を行うのに適した他のコネクタを含む。様々なタイプのケーブルまたはワイヤを使用して、タブ1504においてアンテナにトランシーバRF回路を接続することができる。好ましくは低ロスの柔軟な、または半硬質のケーブルを利用する。もちろんアンテナ業界において公知のように、アンテナに対する電力移動を最大にするために、給電入力インピーダンスをインターフェイスケーブルのインピーダンスに整合させることが望ましい。しかしながら、入力遷移が乏しい場合、放射パターンはなお対称的であろうが、反射ロスの対応する量だけそれらの利得が低下するであろう。低い挿入ロスに加えて、コネクタがケーブルとタブ1504間に丈夫な機械接合部を提供することが重要である。

また図15に示されているのは、基板形状例の概略である。この説明を読めば、当業者には他の形状を有する基板を利用して、タブ1504を有するアンテナをどのように実装す

10

20

30

40

50

るかが明白となるであろう。

図16は寸法例を含む、積み重ねられたアンテナの一実施形態を示す図である。この実施形態では、第1アンテナ1304がLバンドアンテナであり、第2アンテナ1308がSバンドアンテナである。この実施形態では、Sバンドアンテナ1308は縁が結合されたアンテナであり、各々の放射器104が2つのセグメントで構成されている。この実施形態は例としてのみ提供されていることに注意されたい。別の周波数バンドも操作作用に選ぶことができる。更に、第1アンテナ1304または第2アンテナ1308のいずれか、あるいはその両方が縁結合技術を利用することができることに注意されたい。

次に図16に示したLバンドとSバンドアンテナ用の寸法例について説明する。Lバンドアンテナの放射アパーチャは1.253インチの全軸高さであるのに対し、Sバンドのアパーチャは1.400インチの全高さである。この実施形態では第1アンテナ1304の給電部分412の高さは0.400インチである。これは3.093インチの全放射アパーチャを生ずる。放射器104A~104Dの傾斜角は65°である。

上述の寸法は例としてのみ提供したものである。従来へのリカルアンテナを参照して説明したように、放射器104A~104Dの全長がアンテナの正確な共振周波数を決定する。最高の平均利得と最も対称的なパターンが共振周波数において発生するので、共振周波数が重要である。アンテナを長くすると、共振周波数は下へ移動する。逆に、アンテナを短くすると、共振周波数が上に移動する。周波数偏移(shift)のパーセンテージは、放射器104A~104Dを長くするか短くするパーセンテージにほぼ比例する。Lバンドの動作周波数では、アンテナ軸の方向に約1mmの長さが1MHzに対応する。

図示した実施形態では、第1アンテナ1304と第2アンテナ1308の両方が4つの励起されたファイラーアーム(filar arms)または放射器104A~104Dを有する。これら放射器104A~104Dの各々が直角位相で給電される。各々のアンテナ1304、1308用の4つの放射器104A~104Dの直角位相励起が給電ネットワークを使用して実装される。直角位相励起を提供することができる従来の給電ネットワークを実装することもできるが、好ましい給電ネットワークについて後述する。

別の重要な寸法は給電ポイント軸長である。給電ポイント軸長は、図13に示したように放射器104A~104Dに沿って給電ポイントが位置付けられる場合の実施形態用の給電ネットワークからの給電ポイントの距離を限定する。給電ポイント軸長の寸法は放射器を継続させるためにマイクロストリップが広がる位置を示し、実際には全体の放射器104用の給電ポイント位置である。図16に図示した例では、第1アンテナ1304用の給電ポイント軸長は1.133インチである。第2アンテナ1308用の給電ポイント軸長は0.638インチである。これらの寸法は各々1618と2492MHzにおいて50のインピーダンスを生ずる。給電ポイント位置が低い方に移動した場合、インピーダンスが低くなる。逆に、給電ポイント位置が高い方に移動すれば、インピーダンスが高くなる。周波数を同調させるために全体の放射器の長さを調節する場合、正しいインピーダンス整合を維持するために、アンテナの軸に沿った方向に比例する量だけ給電ポイント位置も移すべきであることに注意することが重要である。

好ましくは、図16に図示したような寸法を有するアンテナを、0.500インチの直径を有する柱体に巻き込む。

VI. 給電ネットワーク

本明細書において説明するヘリカルアンテナは、単線、4線、8線またはその他のx線の構成を使用して実装することができる。給電ネットワークは必要な位相角度で線(filars)に対して信号を提供するために利用される。給電ネットワークは信号を分離させ、各々の線に対して設けられた位相を移動させる。給電ネットワークの構成は線の数に依存する。例えば、4線ヘリカルアンテナの場合、給電ネットワークは直角位相関係(つまり、0、90、180および270°)に4つの等しい電力信号を提供する。

アンテナの給電部分にスペースを維持するために、独特の給電ネットワークレイアウトを利用してよい。給電ネットワークのトレースはアンテナの1つ以上の放射器104A~104Dへと伸びる。便利さのために、直角位相関係に4つの等電力信号を提供するため

10

20

30

40

50

に設計された給電ネットワークに関して、給電ネットワークを説明する。この説明を読めば、当業者には他の×線構成用の給電ネットワークを実装する方法が明白となるであろう。

図17は従来の直角位相の給電ネットワークの電氣的に同じものを示している。従来の直角位相の給電ネットワークに対して、ネットワークは各々が90°だけ位相が分離された4つの等電力信号を提供する。信号は第1の信号路1704を介して給電ネットワークに提供される。第1の信号ポイントA(二次的給電ポイントと称する)において、0°の位相信号が第1の放射器104に提供される。信号ポイントBにおいて、90°の位相信号が第2の放射器104に提供される。信号ポイントCとDにおいて、180°と270°の位相信号が第3と第4の放射器104に提供される。

信号AとBは25のインピーダンスを生ずるポイントP2で混合される。同様に、信号CとDが25のインピーダンスを生ずるポイントP3で混合される。これらの信号は12.5のインピーダンスを生ずるP1において混合される。従って、このインピーダンスを50に変換するために、25の90°変圧器が入力に置かれる。図17に示したネットワークでは、P1が給電を短くし、ロスを減少させるために分離する前に、変圧器の一部が置かれる。しかしながら、それはスプリットの前であるので、スプリット後にインピーダンスを倍にしなければならない。

従来の給電ネットワークは、給電ネットワークのトレースが放射器104A~104Dのために限定される基板の部分に置かれる。特に、好ましい実施形態では、これらのトレースは1つ以上の放射器104A~104Dの接地トレースと対向する領域内の基板に置かれる。

図18は4線ヘリカルアンテナ環境における給電ネットワークの実施形態の例を示す図である。特に、図18に図示した例では、2つの給電ネットワークが図示されており、第1の給電ネットワーク1804は第1アンテナ1304と共に実装するためであり、第2の給電ネットワーク1808は第2アンテナ1308と共に実装するためである。給電ネットワーク1804、1808は放射器104A~104Dに0、90、180および270°の信号を提供するためのポイントA、B、C、Dを有する。図18の点線は、給電ネットワーク1804、1808が置かれる表面に対向する基板表面の、放射器104A~104Dの接地平面の概略を近似的に示している。このように、図18は放射器104A~104Dに置かれるか、または放射器104A~104Dへと伸びる給電ネットワーク1804、1808のこれらの部分を示している。

従来の知識によれば、給電ネットワークは給電ネットワーク用に指定され、また放射器から分離された領域に設けられる。対照的に、ここで説明する給電ネットワークは給電ネットワークの一部がアンテナの放射器部分に置かれるように敷かれる。従って、従来の給電ネットワーク用の給電部分と比較して、アンテナの給電部分のサイズを減少させることができる。

図19はアンテナ1304、1308用の給電パスを含む、信号トレースと共に給電ネットワーク1804、1808を図示する図である。図20はアンテナ1304、1308の接地平面の概略を示す。図21は重ねられた接地平面と信号トレースの両方を示す図である。

これらの給電ネットワークの利点は、給電ネットワークを実装するためにアンテナの給電部分用に必要な領域が従来の給電技術より減少することである。これはそうでなければアンテナの給電部分に置かれるであろう給電ネットワークの部分がアンテナの放射器部分に置かれるためである。この結果、アンテナの全長を減少させることができる。

このような給電ネットワークの付加的な利点は、二次的給電ポイントがアンテナの給電ポイントに近くなるように動かされるので、伝送線路損失が減少することである。加えて、変圧器をインピーダンス整合用の給電ネットワークのルート割当線(routing line)に統合することができる。

このように、給電ネットワークの一部がアンテナの放射器部分に置かれ、給電ネットワークの残りの部分が給電部分に置かれるように、面積効率的なネットワークが構成される。

10

20

30

40

50

給電ネットワークの一部が放射器部分に置かれるので、給電ネットワークの残りの部分は給電部分に少しの面積しか必要としない。その結果、アンテナの給電部分を従来の給電ネットワークを有するアンテナと比べて小さくすることができる。好ましくは、放射器部分に置かれる給電ネットワークのトレースは放射器の接地部分と対向して置かれる。従って、放射器の接地部分が給電ネットワークのこの部分の接地平面として作用する。シングルバンドおよびマルチバンドヘリカルアンテナを含む、変化する構成の多数の異なるタイプのアンテナで、面積効率的な給電ネットワークを実装することができる。この構成の結果、アンテナの全体のサイズと給電における損失量が、従来の給電ネットワークを有するアンテナと比べて減少する。

V I I . アンテナアセンブリ

上述のように、ヘリカルアンテナを製造する1つの技術は、放射器と、給電ネットワークと接地トレースを基板上に置き、基板を適当な形状に包む(wrap)ことである。上述のアンテナの構成は基板を適当な形状に包むための従来の技術を使用して実装することができるが、基板を包むための改良された構造と技術について次に説明する。

図22Aは基板を適当な形状(例えば円筒形)に維持するために使用される構造の一実施形態を示す図である。より詳細には、図22Aは効率的な面積(area efficient)の給電ネットワークを有するアンテナに加えられる構造例を示している。この説明を読めば、他の構成のヘリカルアンテナで発明を実装する方法が当業者には明白となるであろう。

図22Bから22Fはアンテナを円筒形または他の適当な形状に保持するために使用される構造例の横断面図を描いている。図22A~22Fにおいて、構造例は接地平面412上の、またはその延長部としての金属ストリップ2218、金属ストリップ2218と向き合ったはんだ材料2216と、1つ以上のヴァイアス(vias)2210を含む。

金属ストリップ2218は接地平面412の一部、または接地平面412に付加される金属ストリップで構成されてよい。好ましくは、一実施形態では、金属ストリップ2218は所定量だけ接地平面412の幅を単に伸ばすことにより提供される。図22Aに示した一実施形態では、この幅が w_{strip} で示されている。

一連のヴァイアス2210は金属ストリップ2218の領域内の接地平面412に設けられる。好ましくは、しっかりした接続のために、ヴァイアス2210は第1アンテナ1304と第2アンテナ1308の両方の放射器部分に付加される。ヴァイアス2210用に選ばれたパターンは使用される材料の公知の機械的および電気的特性に基づく。所望のレベルの機械強度と電気接続を得るために、発明を各々の接地平面412上に1つか2つだけのヴァイアス(vias)2210で実装できる一方、数個のヴァイアス2210を使用してもよい。必ずしも必要ではないが、使用される各々の接地平面412の部分は、アンテナの放射器を超えて、水平にまたは円周上に伸びることができる。

図22Bに見られるように、ヴァイアス2210は接地平面412の材料、および1つの表面から次の表面へと、支持基板406(100)を完全に突き抜けて伸びる。このヴァイアスは、業界で公知の技術を使用して、金属化された、または金属被覆されたヴァイアスとして製造される。比較的小さな部分または接地平面412の対向する縁2214の部分がはんだ材料2216で被覆される。

図22Bと22Dに示した実施形態は、第1の縁2212に隣接して、接地平面412と対向する側の基板406に形成される小さな金属ストリップ2218を含む。この実施形態では、ヴァイアスは基板を通り金属ストリップ2218へと伸びる。金属ストリップ2218は全てのアプリケーションにとって必ずしも必要ではないが、金属ストリップ2218がはんだの流れを容易にし、改良された機械接着を容易にすることが当業者には容易に明白となるであろう。金属ストリップ2218を製造する特殊な材料は、使用される接地平面材料、選ばれたはんだ等に基づいて、公知の原則に従って選ばれる。

アンテナ支持基板が概して円筒形に巻かれて、所望のヘリカルアンテナ構造を形成する場合、縁2212と2214が、図22Dに示すように、互いに近接して置かれる。ヴァイアス2210と金属ストリップ2218(もし提供された場合)は、対向する接地平面の縁2214上にはんだ材料2216が重なるように位置付けられる。ストリップ2218

10

20

30

40

50

をはんだ材料 2 2 1 6 と接触するように保持しながら、公知のはんだ付け技術と設備を使用して熱を印加する。

はんだ材料 2 2 1 6 が溶けるにつれて、それはヴァイアス 2 2 1 0 へと、また金属ストリップ 2 2 1 8 上へと流れる。次に熱を低下させるか、取り除いて、はんだが永久的ではあるが取り除くことができる、あるいは持ちのよい、接地平面 4 1 2 の 2 つの外縁または端間の接合または結合を形成する。この方法で、誘電テープ、接着剤等の他の材料を必要とせず、アンテナ支持基板 4 0 6 とその上に置かれるアンテナ成分が所望の円筒形に機械的に保持される。これはこのタイプのヘリカルアンテナを組み立てるために以前に必要であった時間と、費用と、労力を減少させる。これはその操作の自動化を増大させるばかりでなく、それ以上のもの、容易に再生できるアンテナ寸法を提供する。それに加えて、接地平面 4 1 2 の 1 つの縁が他方の縁に電気接続され、所望通りに、接地平面から連続する伝導リングを提供する。この電気接続は複雑なはんだ付けまたは接続ワイヤなしに達成される。

10

この技術はアンテナの他の部分に沿った支持または係合を提供するために伸ばすことができる。例えば、一連の 1 つ以上の金属パッドまたはストリップ 2 2 2 0 を、1 組または両組のアンテナの放射器の長さに沿って、間隔を開けられた位置に置くことができる。図 2 2 E に見られるように、金属パッドまたはストリップ 2 2 2 0 が、1 つ以上の放射器 1 0 4 A ~ D に隣接して、支持基板 4 0 6 (1 0 0) の反対側に位置付けられる。アンテナ基板が巻かれるか、または曲げられて、図 2 2 F に示すように、所望のアンテナを作る場合に、金属パッドまたはストリップ 2 2 2 0 が支持基板の対向する縁の放射器 1 0 4 A ~ D の一部の上に位置付けられるように、これらのパッドまたはストリップが位置付けられる。特に、一実施形態では、金属パッドまたはストリップ 2 2 2 0 は放射器 1 0 4 A ~ D の接地トレース 1 4 3 6 の上に位置付けられる。アプリケーション用に望ましい場合、あるいははんだを溶かすために伝熱を改善するために、金属化されたヴァイアスをパッド 2 2 2 0 に形成してもよい。

20

接地トレース (ground trace) 1 4 3 6 の表面の係合部分に少量のはんだ 2 2 2 6 が前もって塗布されている場合、これらの放射器をストリップに接合するために使用することができる。これは付加的な接合部または接着点を提供し、それがアンテナ構造を所望の形状に共に効果的に保持する。電気接続が望まれる場合、反対側へと伸びるパッドまたはストリップに金属化ヴァイアスを形成することができる。これらのパッドは接地平面について前述したストリップと関連して、あるいは関連せずに使用することができる。このような構造は、長いアンテナ構造を生じさせる非常に長い放射器、またはアンテナの放射器の多重スタックが企図される場合に非常に有用である。

30

図 2 3 A ~ 2 3 C は基板 4 0 6 を所望の形状に巻くために使用される型 2 3 1 0 の実施形態の例の一連の図を示している。図 2 3 に図示した例は、アンテナ構造用に継続した支持と剛性を提供するために、アンテナを巻く際に使用される円筒形の型 2 3 1 0 である。一実施形態では、型 2 3 1 0 には型 2 3 1 0 の外面から放射状外向きに伸びる一連のプロングまたは歯 2 3 1 2 が設けられる。型 2 3 1 0 と歯 2 3 1 2 と連結するために、一連の「型押し (tooling)」または「アッセンブリガイド (assembly guide)」穴または通路 2 2 3 0 が、歯 2 3 1 2 と係合するために基板 4 0 6 に設けられる。

40

図 2 2 A において、型押し穴 2 2 3 0 は接地平面 4 1 2 内に位置付けられたものとして図示されている。接地平面 4 1 2 の金属材料は、比較的柔らかな支持基板材料が使用された場合、穴を補強し、変形と移動を防止する作用をする。これはアンテナ構造用の整列精度を補助する。しかしながら、金属層内に穴 2 2 3 0 を配置するという要件はない。

図 2 3 A ~ 2 3 C を再び参照して、図 2 3 A の斜視図から始まり、基板 4 0 6 が穴 2 2 3 0 との歯 2 3 1 2 の係合によって支持型 2 3 1 0 と係合するように位置付けられているのが示されている。図 2 3 B と 2 3 C の側面図に見られるように、支持型 2 3 1 0 がその軸を中心に回転するにつれて、または基板 4 0 6 が支持型 2 3 1 0 のまわりに巻かれるにつれて、穴 2 2 3 0 が歯 2 3 1 2 と係合し、それは支持型 2 3 1 0 に対抗して、あるいはその上の適所に基板 4 0 6 を位置決めするのを助ける。最後に、全体の基板 4 0 6 が支持型

50

2310に対して係合する。図23Cでは、上述のように、ストリップ2218、2220がはんだ2216、2226と係合するように基板自体が重なるまで、基板406が支持型2310のまわりに巻かれているものとして図示されている。

基板部分を接合するためにストリップ2218、2220とはんだ2216、2226を使用しない場合は、もちろん基板406を支持型2310の上で重ねる必要はない。更に、支持型2310がアンテナ、放射器104A~Dまたは基板406の全長に伸びるという要件はない。一部のアプリケーションでは、アンテナの全部または一部が、型2310の必要なしに自己支持型であってもよい。この特徴は、例えば特定の周波数での放射パターンに対する型2310の影響を最小にするために好都合である。

明確さと図示のしやすさのために、図23A~23Cでは、基板406のみが示されており、接地平面用の材料層、放射器、給電、給電ネットワーク等が示されていない。歯2312の寸法と整合させるように穴2230のサイズを決める方法は当業者には明白であろう。

10

図23に示すように、型2310はそこから突出する歯またはプロング(prongs)2312を備えた、円筒形または他の所望の形状に形成される中実または中空の構造を使用して構成することができる。この実施形態では、型2310は例えば、多くの音楽ボックスに見い出される歯付ドラムの変形として考えることができる。この開示を読めば、当業者にとって明白となるように、車軸/スポーク配列、車軸/スプロケット配列、または他の適当な構成を含む型2310を提供するために、別の構造を実装できる。

プロング2312またはスポーク(spokes)のスペーシングは支持成分を中心にして対称的でなくてもよいことが企図されていることに注意されたい。つまり、ローリングに際して一貫した大きな量の張力を付与し、また基板の縁が重なる場所で基板の位置決めをうまく制御するためにある領域では小さな量の張力を付与するために、スペーシングが一部の部分で大きくなってよい。好ましくは、歯のスペーシングは、歯2312が特定量の張力を付与して、基板406を適所に保持し、全体のアッセンブリをよりしっかりした構造に作るように選ばれる。

20

穴2230と歯2312の使用は、配置と組立の自動化を通じた、またアンテナレードーム(radome)内に装着することができる型上の基板の正確な配置または位置決めにおける改良された製造能力を提供する。これはより正確な構造上の定義とアンテナアッセンブリの位置決めを可能にし、より正確な制御と、放射パターンに対するレードームの影響に対する補償を可能にする。

30

金属ストリップ2218、はんだ材料2216、およびヴァイアス2210の配置についての上述の説明は例として提供した。この説明を読めば、これらの成分を所望の構成に応じて別の位置に置くことができることが当業者には明白となるであろう。例えば、右手または左手の円偏波を有するように、また形状の内側または外側のいずれかに放射器104A~Dを有するようにアンテナを巻くことができるように、これらの成分を位置決めすることができる。

V I I I . 結 論

本発明の様々な実施形態を説明してきたが、それらは例としてのみ提示されたものであって、制限的なものではないことを理解すべきである。このように、本発明の幅と範囲は上述の例示的な実施形態のいずれによっても制限されず、以下のクレームとその均等物に従ってのみ限定されるべきものである。

40

好ましい実施形態の前述の説明は、当業者が本発明を使用できるように為されたものである。発明を特にその好ましい実施形態を参照して図示し、説明してきたが、発明の精神および範囲を逸脱することなく、形態および詳細の様々な変更が可能であることが当業者には理解されるであろう。

【 図 1 A 】

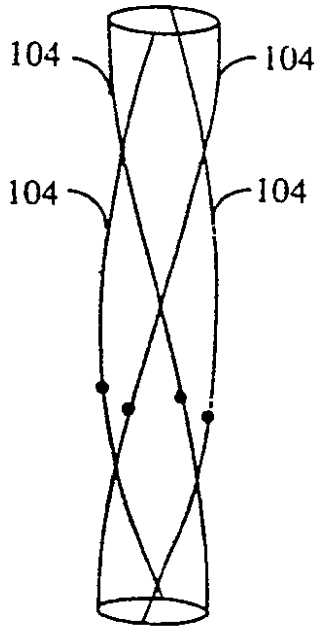


FIG. 1A

【 図 1 B 】

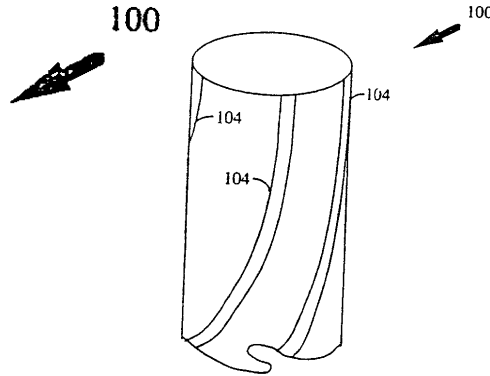


FIG. 1B

【 図 2 A 】

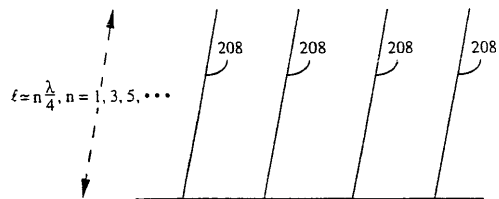


FIG. 2A

【 図 2 B 】

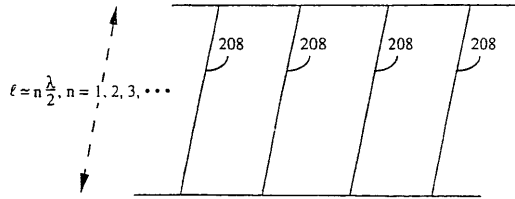


FIG. 2B

【 図 3 】

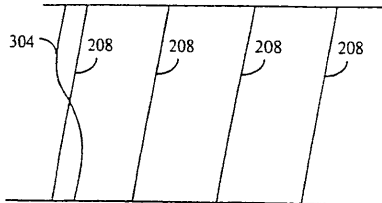


FIG. 3

【 図 4 】

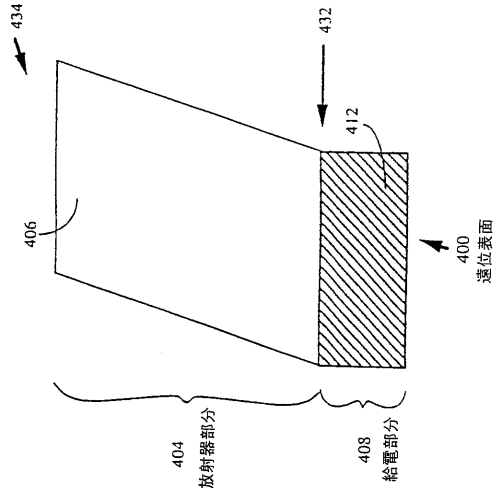


FIG. 4

【図5】

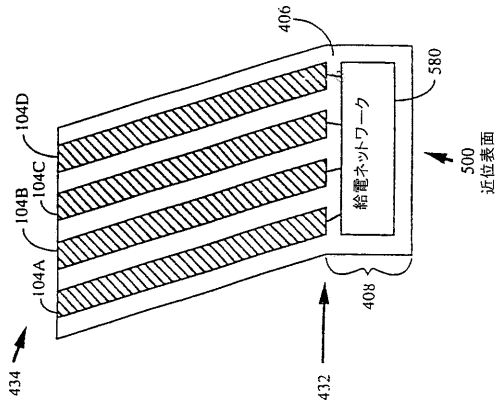


FIG. 5

【図6】

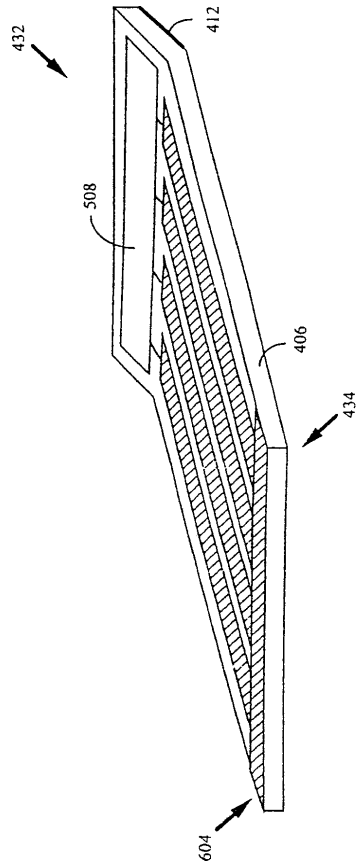


FIG. 6

【図7A】

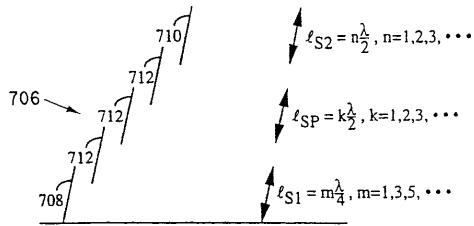


FIG. 7A

【図8A】

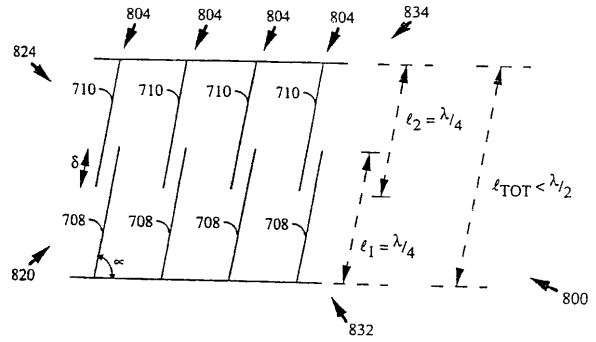


FIG. 8A

【図7B】

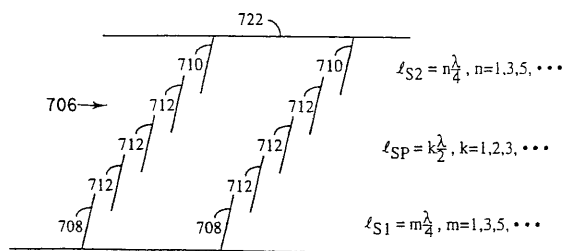


FIG. 7B

【 8 B 】

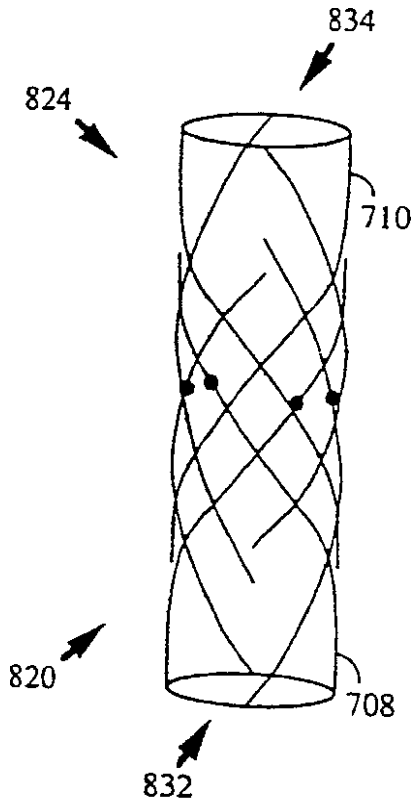


FIG. 8B

【 9 A 】

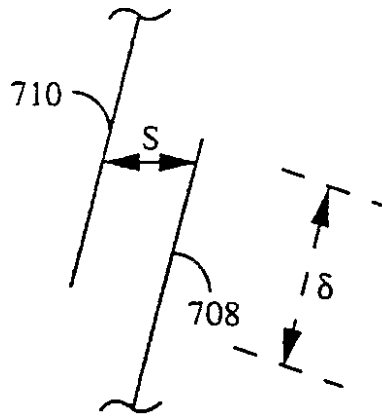


FIG. 9A

【 9 B 】

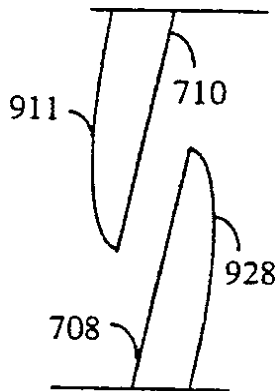


FIG. 9B

【 10 A 】

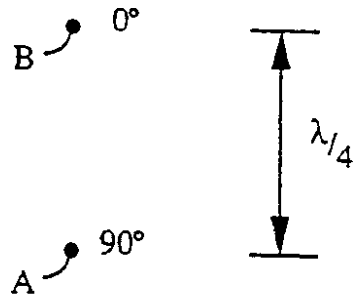


FIG. 10A

【 10 C 】

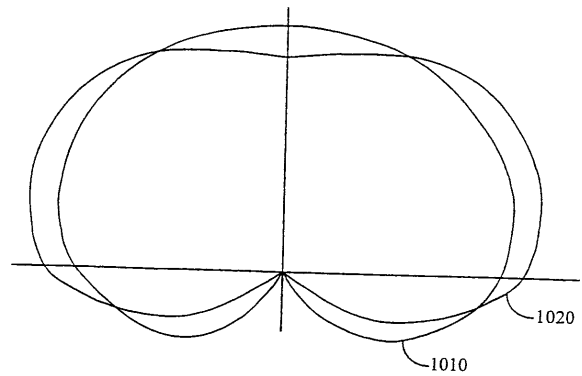


FIG. 10C

【図10B】

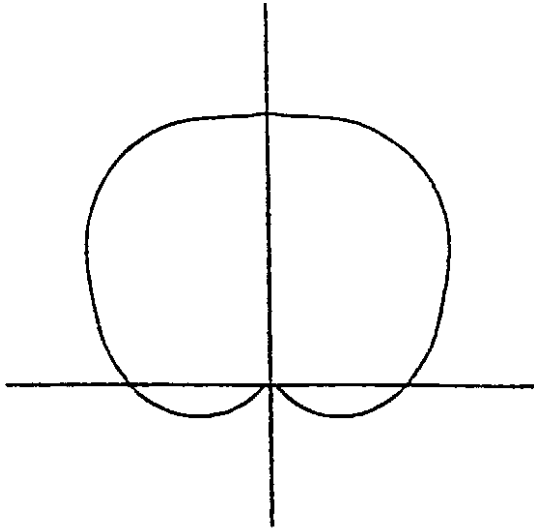


FIG. 10B

【図11】

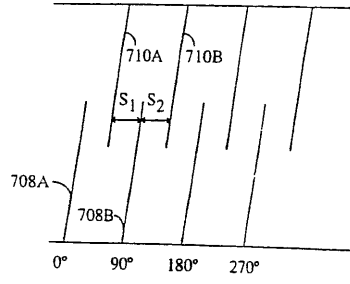


FIG. 11

【図12】

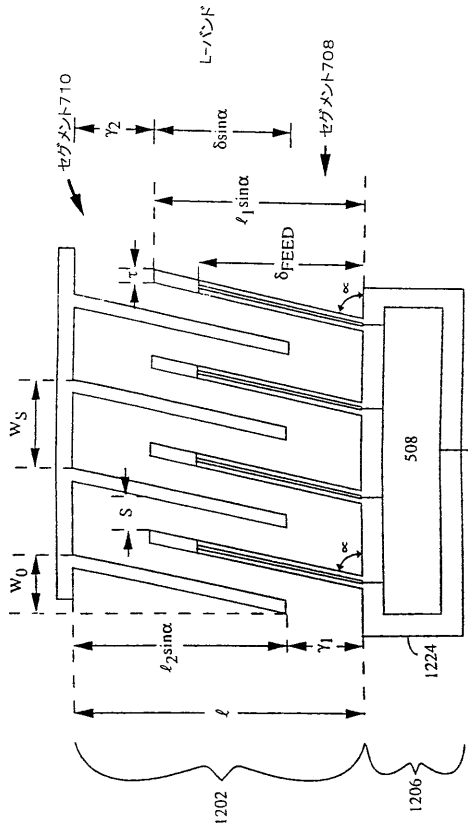


FIG. 12

【図13】

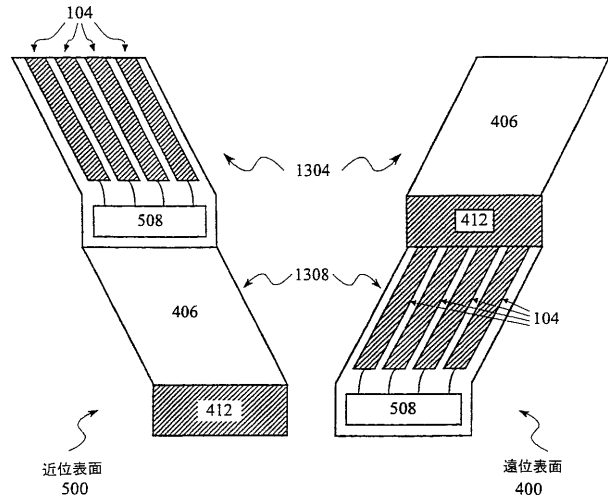


FIG. 13

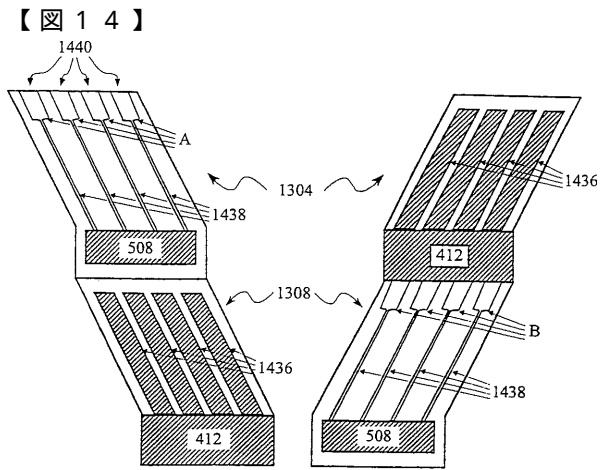


FIG. 14

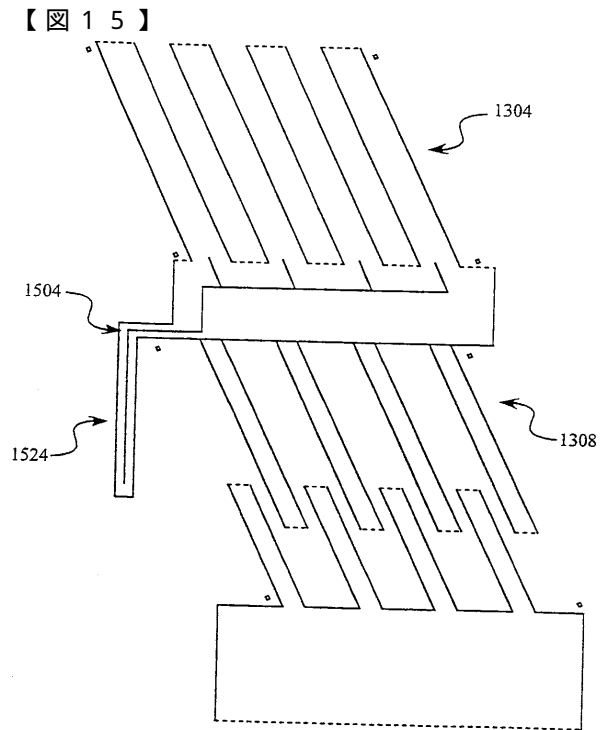


FIG. 15

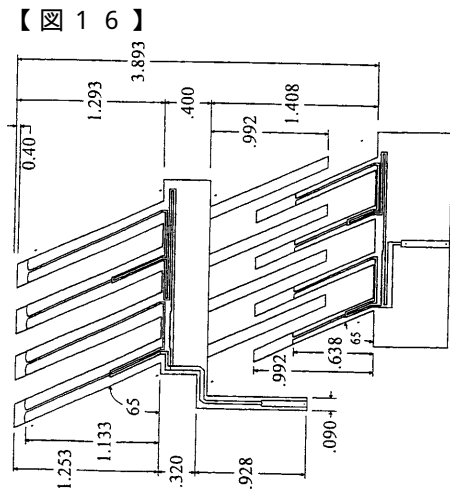


FIG. 16

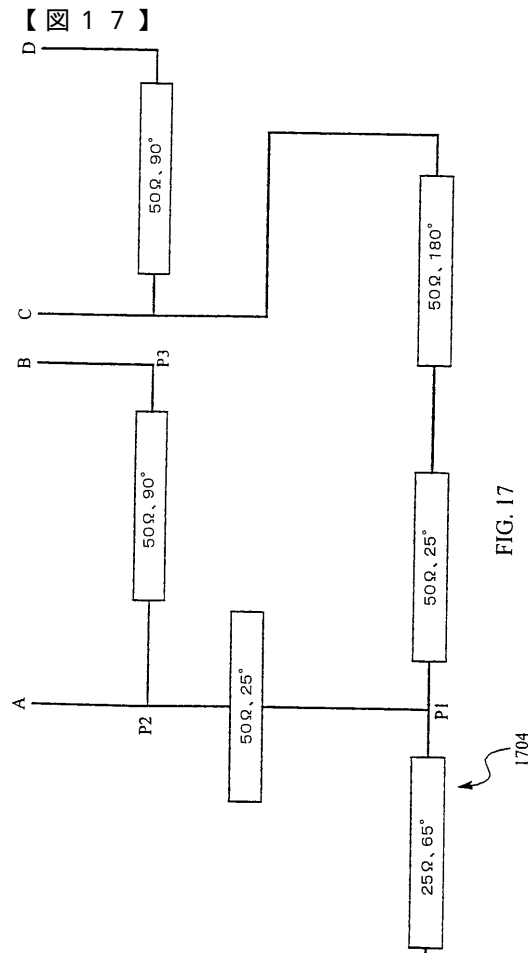


FIG. 17

【 図 18 】

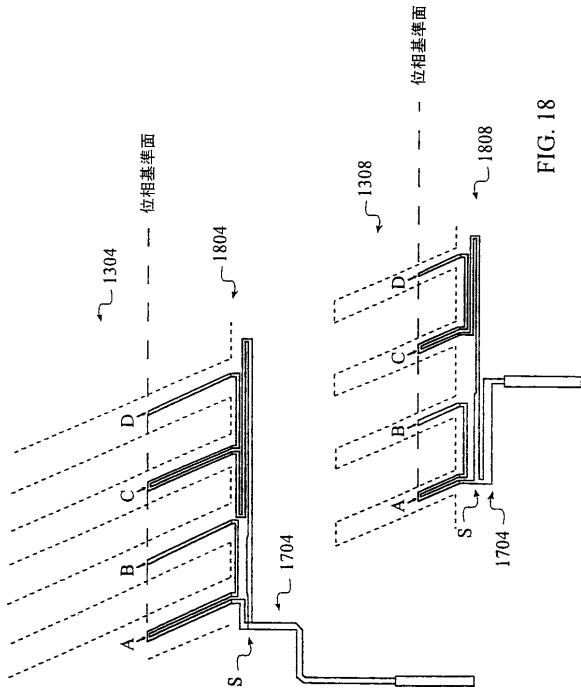


FIG. 18

【 図 19 】

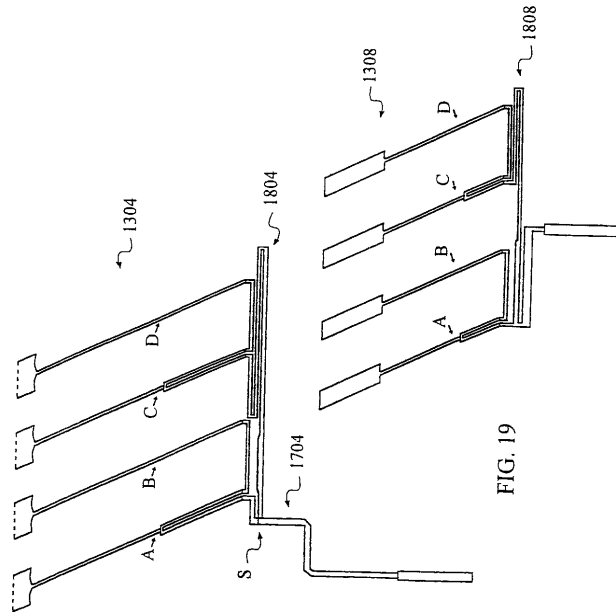


FIG. 19

【 図 20 】

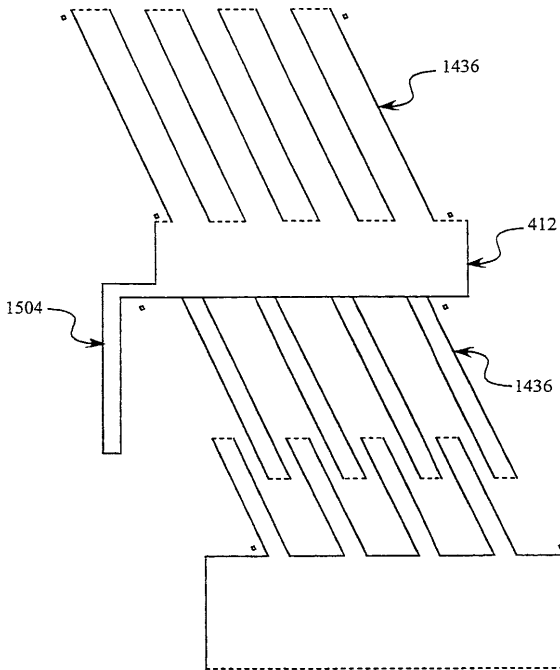


FIG. 20

【 図 21 】

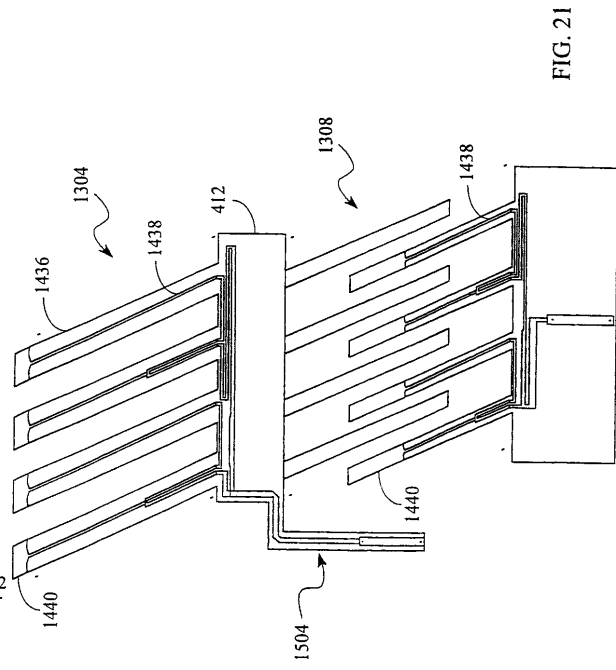


FIG. 21

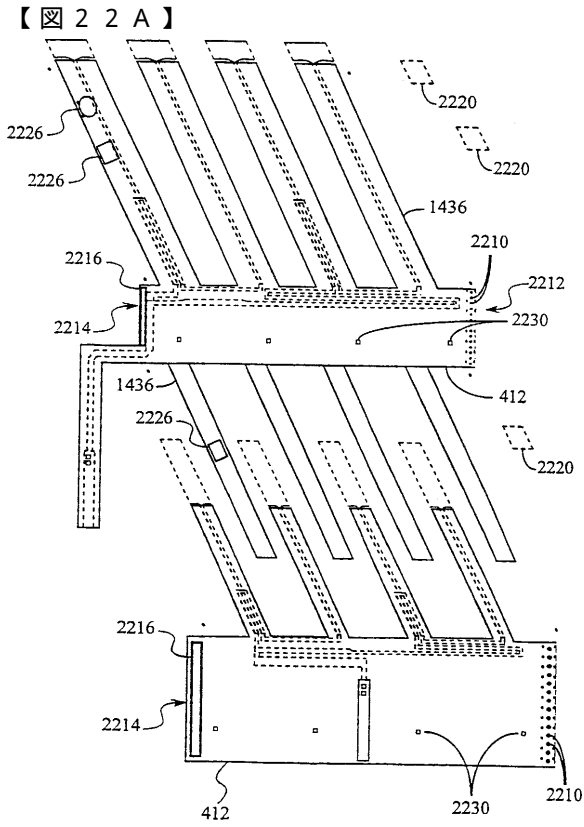


FIG. 22A

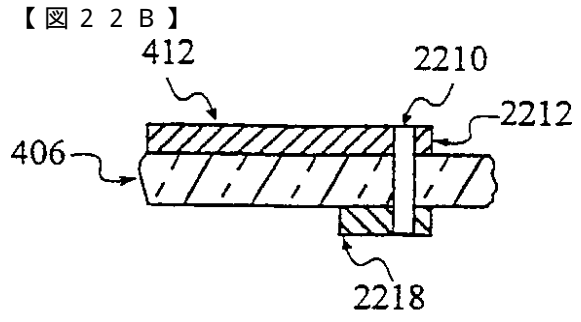


FIG. 22B

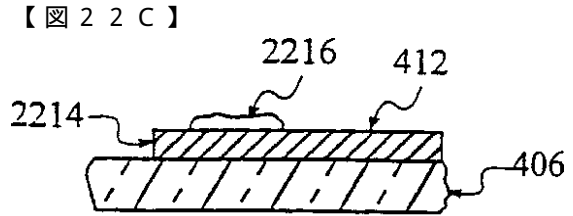


FIG. 22C

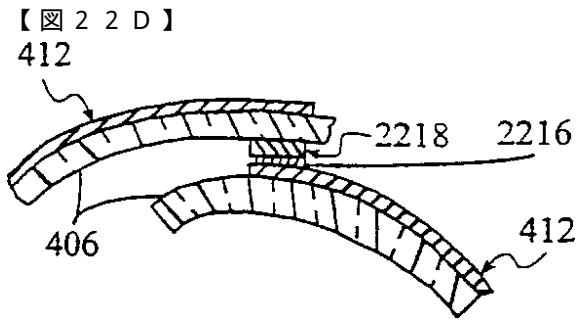


FIG. 22D

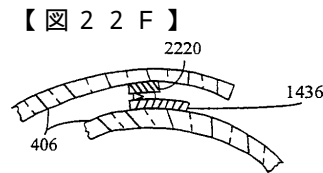


FIG. 22F

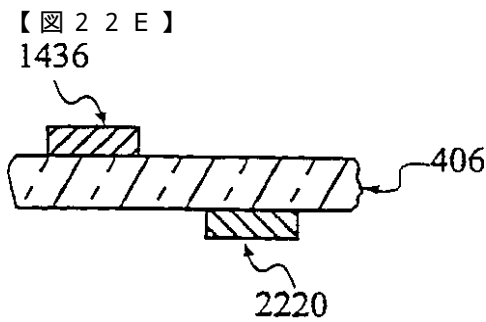


FIG. 22E

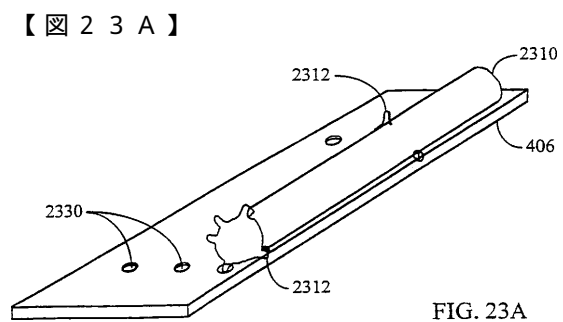


FIG. 23A

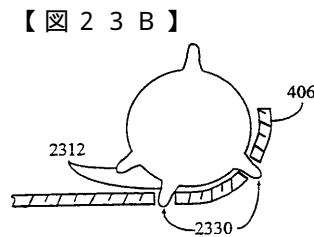



FIG. 23B

【 2 3 C】

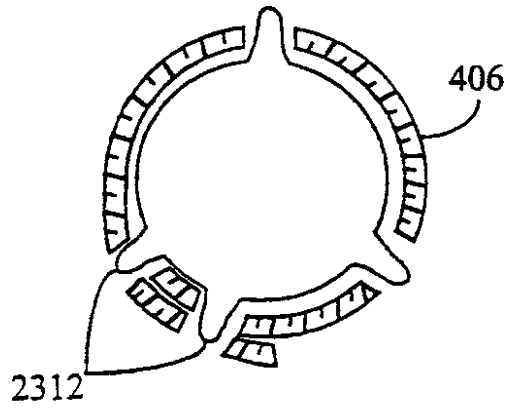


FIG. 23C

フロントページの続き

- (74)代理人 100075672
弁理士 峰 隆司
- (74)代理人 100109830
弁理士 福原 淑弘
- (74)代理人 100095441
弁理士 白根 俊郎
- (74)代理人 100084618
弁理士 村松 貞男
- (74)代理人 100103034
弁理士 野河 信久
- (74)代理人 100092196
弁理士 橋本 良郎
- (74)代理人 100100952
弁理士 風間 鉄也
- (72)発明者 フィリポビック、ダニエル
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 0 9、サン・ディエゴ、イングラハム・ストリート・
ナンバーイー 3 0 6 3 8 6 3
- (72)発明者 タツソウジ、アリ
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 2、サン・ディエゴ、フィオレ・テラス・ナンバー
2 0 2 5 2 4 0

合議体

審判長 石井 研一

審判官 高野 洋

審判官 山本 春樹

- (56)参考文献 特表平6 - 5 0 2 2 8 6 (J P , A)
特開平9 - 5 1 2 2 7 (J P , A)
特表平11 - 5 0 9 0 7 6 (J P , A)
特表2 0 0 0 - 5 1 6 0 7 1 (J P , A)
特開平1 - 2 6 4 0 0 3 (J P , A)
欧州特許出願公開第7 1 5 3 6 9 (E P , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H01Q11/08

H01Q1/38