

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号
特表2024-540902
(P2024-540902A)

(43)公表日 令和6年11月6日(2024.11.6)

(51)国際特許分類
H 0 1 Q 23/00 (2006.01)
H 0 1 Q 1/38 (2006.01)

F I
H 0 1 Q 23/00
H 0 1 Q 1/38

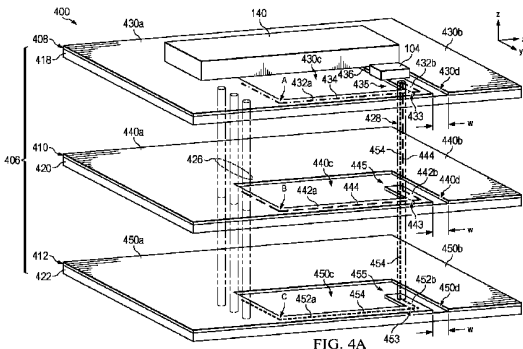
テーマコード (参考)
5 J 0 2 1
5 J 0 4 6

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全23頁)			
(21)出願番号	特願2024-523402(P2024-523402)	(71)出願人	507107291
(86)(22)出願日	令和4年10月18日(2022.10.18)		テキサス インストルメンツ インコーポ レイテッド
(85)翻訳文提出日	令和6年6月18日(2024.6.18)		アメリカ合衆国 テキサス州 7 5 2 6 5 - 5 4 7 4 ダラス メール ステーション 3 9 9 9 ピーオーボックス 6 5 5 4 7 4
(86)国際出願番号	PCT/US2022/046958	(74)代理人	230129078
(87)国際公開番号	WO2023/069390		弁護士 佐藤 仁
(87)国際公開日	令和5年4月27日(2023.4.27)	(72)発明者	ハッサン アリ
(31)優先権主張番号	63/257,057		アメリカ合衆国 7 5 0 9 4 テキサス州 マーフィー, ドーヴ コーヴ コート 6 0 5
(32)優先日	令和3年10月18日(2021.10.18)	(72)発明者	リチャード ウォレス
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		スウェーデン スtockホルム 1 1 3 2 4, ダラガタン 3 8 エイ
(31)優先権主張番号	17/876,449		最終頁に続く
(32)優先日	令和4年7月28日(2022.7.28)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		
(81)指定国・地域	AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA 最終頁に続く		

(54)【発明の名称】 多層基板における複数のアンテナ

(57)【要約】

一例において、装置が、集積回路（140）と、第1の金属層（408）と、第2の金属層（410）とを含む。第1の金属層は、集積回路に接続される第1のアンテナ（434）を含み、第1のアンテナは第1の領域にあり、第1の領域は集積回路の外部にある。第2の金属層は、集積回路の外部の第2の領域において第2のアンテナ（444）を含む。この装置は更に、第1の金属層と第2の金属層との間に基板（418）を含み、基板並びに、第1及び第2の金属層は、積層体を形成する。この装置は更に、第1のアンテナと第2のアンテナとの間を結合する基板内の貫通ビア（428）を含む。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

装置であって、
集積回路と、

前記集積回路に接続される第 1 のアンテナを含む第 1 の金属層であって、前記第 1 のアンテナが第 1 の領域にあり、前記第 1 の領域が前記集積回路の外部にある、前記第 1 の金属層と、

前記集積回路の外部の第 2 の領域において第 2 のアンテナを含む第 2 の金属層と、

前記第 1 及び第 2 の金属層の間の基板であって、前記基板と前記第 1 及び第 2 の金属層とが積層体を形成する、前記基板と、

前記第 1 のアンテナと前記第 2 のアンテナとの間を結合する前記基板内の貫通ビアと、を含む、装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の装置であって、

前記第 1 の金属層が、第 1 のエリアによって前記集積回路から離間されている第 1 の金属セグメントを含み、

前記第 2 の金属層が、第 2 のエリアによって前記集積回路から離間されている第 2 の金属セグメントを含み、

前記第 1 の金属セグメントが前記第 1 のアンテナを形成し、

前記第 2 の金属セグメントが前記第 2 のアンテナを形成し、

前記貫通ビアが前記第 1 及び第 2 の金属セグメントを介して延在する、
装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の装置であって、前記第 1 の金属層が第 1 の接地平面を含み、前記第 2 の金属層が第 2 の接地平面を含む、装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の装置であって、

前記第 1 の金属セグメントが、第 1 の金属サブセグメントと第 2 の金属サブセグメントとを含み、

前記第 1 の金属サブセグメントが前記第 1 の接地平面から延在し、

前記第 2 の金属サブセグメントが、前記第 1 の金属サブセグメントの端部から延在し、前記第 1 の金属サブセグメントに対して角度が付けられており、

前記第 2 の金属サブセグメントが、前記第 1 の接地平面から離れている端部を有し、

前記貫通ビアが、前記第 2 の金属サブセグメントを介して延在し、前記第 1 の金属サブセグメントよりも前記第 2 の金属サブセグメントの前記端部に一層近接している、
装置。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の装置であって、

前記第 2 の金属セグメントが、第 3 の金属サブセグメントと第 4 の金属サブセグメントとを含み、

前記第 3 の金属サブセグメントが前記第 2 の接地平面から延在し、

前記第 4 の金属サブセグメントが、前記第 3 の金属サブセグメントの端部から延在し、前記第 3 の金属サブセグメントに対して角度が付けられており、

前記第 4 の金属サブセグメントが、前記第 2 の接地平面から離れている端部を有し、

前記貫通ビアが、前記第 4 の金属サブセグメントを介して延在し、前記第 3 の金属サブセグメントよりも前記第 4 の金属サブセグメントの前記端部に一層近接している、
装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の装置であって、前記第 2 の金属セグメントが、前記第 3 の金属サブセグメントよりも前記貫通ビアに一層近接している前記第 4 の金属サブセグメントの端部か

10

20

30

40

50

ら延在する第 5 の金属サブセグメントを有し、前記第 5 の金属サブセグメントが、前記第 2 の接地平面から離れている端部を有する、装置。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の装置であって、
前記集積回路が、前記第 1 の金属セグメントに結合されるトランシーバ回路を有し、
前記第 5 の金属サブセグメントの長さが、前記トランシーバ回路のインピーダンスに基づく、装置。

【請求項 8】

請求項 5 に記載の装置であって、前記第 1 及び第 2 の金属サブセグメントが、前記第 1 のアンテナとして第 1 のループアンテナを形成し、前記第 3 及び第 4 の金属サブセグメントが、前記第 2 のアンテナとして第 2 のループアンテナを形成する、装置。

10

【請求項 9】

請求項 8 に記載の装置であって、前記第 1 のループアンテナが、第 1 の共振周波数及び第 1 の帯域幅を有するように構成され、前記 2 のループアンテナが、第 2 の共振周波数及び第 2 の帯域幅を有するように構成され、その結果、前記第 1 のループアンテナ及び前記第 2 のループアンテナが、前記第 1 の帯域幅及び前記第 2 の帯域幅の各々よりも広い組み合わせ帯域幅を有する、装置。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の装置であって、前記第 1 のループアンテナ及び前記第 2 のループアンテナが異なるループ寸法を有する、装置。

20

【請求項 11】

請求項 9 に記載の装置であって、前記第 1 の金属セグメント及び前記第 2 の金属セグメントが異なる幅を有する、装置。

【請求項 12】

請求項 3 に記載の装置であって、前記第 1 の金属セグメントが、対向する第 1 の端部及び第 2 の端部を有し、前記第 1 の端部及び前記第 2 の端部が、前記第 1 の接地平面から離れている、装置。

【請求項 13】

請求項 12 に記載の装置であって、前記第 1 の金属セグメントが蛇行金属セグメントを含む、装置。

30

【請求項 14】

請求項 3 に記載の装置であって、
前記第 1 の金属セグメントが、第 1 の金属サブセグメントと第 2 の金属サブセグメントとを含み、

前記第 1 の金属サブセグメントが、前記第 1 の接地平面から延在し、前記第 1 の接地平面から離れている端部を有し、

前記第 2 の金属サブセグメントが、前記第 1 の金属サブセグメントから延在し、前記第 1 の金属サブセグメントに対して角度が付けられており、

前記第 2 の金属サブセグメントが、前記第 1 の金属サブセグメントの前記端部よりも前記第 1 の接地平面に近接しており、

40

前記貫通ビアが、前記第 2 の金属サブセグメントを介して延在し、前記第 1 の金属サブセグメントよりも前記第 2 の金属サブセグメントの端部に一層近接している、
装置。

【請求項 15】

請求項 14 に記載の装置であって、前記第 1 の金属セグメントが逆 F アンテナの一部である、装置。

【請求項 16】

請求項 2 に記載の装置であって、前記集積回路と前記第 1 の金属セグメントとの間に結合されるインピーダンス整合回路を更に含む、装置。

【請求項 17】

50

請求項 16 に記載の装置であって、前記インピーダンス整合回路が、前記集積回路と前記第 1 の金属セグメントとの間に結合されるコンデンサを含む、装置。

【請求項 18】

請求項 1 に記載の装置であって、前記集積回路が、金属層で被覆されたパッケージを含む、装置。

【請求項 19】

請求項 1 に記載の装置であって、前記基板が、印刷回路基板（PCB）の一部である、装置。

【請求項 20】

請求項 1 に記載の装置であって、前記第 1 の金属層が第 1 の印刷回路基板（PCB）の一部であり、前記第 2 の金属層が第 2 の PCB の一部である、装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

ラップトップコンピュータ、携帯電話、又はスマートウォッチなどのポータブルワイヤレスデバイスは、機械的支持を提供する印刷回路基板（PCB）など、基板上に搭載される複数の電子部品を含み、電子部品間の電気的接続を提供するための金属トレースを含む。ワイヤレスデバイスはまた、他のデバイスとのワイヤレス通信を支援するために、無線周波数（RF）信号を送信／受信するためにトランシーバと共に動作するアンテナを含む。ワイヤレスデバイスの電子部品のフットプリント及び数を低減するために、アンテナは、PCB の金属トレースを用いて実装することができる。種々の要因が、アンテナトポロジー、アンテナの寸法、アンテナの位置、及びアンテナとトランシーバとの間の接続などの、アンテナの性能特性に影響を及ぼす可能性がある。

【発明の概要】

【0002】

或る装置が、集積回路と、第 1 の金属層と、第 2 の金属層とを含む。第 1 の金属層は、集積回路に接続される第 1 のアンテナを含み、第 1 のアンテナは第 1 の領域にあり、第 1 の領域は集積回路の外部にある。第 2 の金属層は、集積回路の外部の第 2 の領域において第 2 のアンテナを含む。装置は更に、第 1 の金属層と第 2 の金属層との間の基板を含み、基板、並びに、第 1 及び第 2 の金属層は、積層体（laminate）を形成する。装置は更に、第 1 のアンテナと第 2 のアンテナとの間を結合する基板内の貫通ビアを含む。

【図面の簡単な説明】

【0003】

【図 1】例示のワイヤレスシステムの概略図である。

【0004】

【図 2 A】別の例示のワイヤレスシステムの概略図である。

【図 2 B】別の例示のワイヤレスシステムの概略図である。

【0005】

【図 3】図 2 A 及び図 2 B の例示のワイヤレスシステムの周波数応答のグラフである。

【0006】

【図 4 A】積層された（laminated）基板の複数の金属層において複数のアンテナを有する例示のワイヤレスシステムの概略図である。

【図 4 B】積層された基板の複数の金属層において複数のアンテナを有する例示のワイヤレスシステムの概略図である。

【図 4 C】積層された基板の複数の金属層において複数のアンテナを有する例示のワイヤレスシステムの概略図である。

【0007】

【図 4 D】図 4 A の例示のワイヤレスシステムの周波数応答のグラフである。

【0008】

【図 5】積層された基板の複数の金属層において複数のアンテナを有する別の例示のワイ

10

20

30

40

50

ワイヤレスシステムの概略図である。

【0009】

【図6A】積層された基板の複数の金属層において複数のアンテナを有する別の例示のワイヤレスシステムの概略図である。

【図6B】積層された基板の複数の金属層において複数のアンテナを有する別の例示のワイヤレスシステムの概略図である。

【図6C】積層された基板の複数の金属層において複数のアンテナを有する別の例示のワイヤレスシステムの概略図である。

【0010】

【図7】図6A～図6Cの例示のワイヤレスシステムの周波数応答のグラフである。

10

【0011】

【図8】積層された基板の複数の金属層において複数のアンテナを有する例示のワイヤレスシステムの概略図である。

【図9】積層された基板の複数の金属層において複数のアンテナを有する例示のワイヤレスシステムの概略図である。

【図10】積層された基板の複数の金属層において複数のアンテナを有する例示のワイヤレスシステムの概略図である。

【0012】

【図11】図8～図10の例示のワイヤレスシステムの周波数応答のグラフである。

【発明を実施するための形態】

20

【0013】

図1は、例示のワイヤレスシステム100の概略図であり、ワイヤレスシステム100は、集積回路の一部であり得る。ワイヤレスシステム100は、基板106上に搭載される半導体ダイ102とインピーダンス整合回路104とを含み得る。基板106は、誘電体層110上の金属層108を含み得る。金属層108は、金属平面112と、金属セグメント114と、金属セグメント116とを含み得、これは、ワイヤレスシステム100のアンテナを提供することができる。金属平面112は、金属セグメント114及び116よりもはるかに幅広い電流経路を提供することができ、半導体ダイ102の金属相互接続120に結合される接地平面の一部とすることができる。また、金属セグメント114は、インピーダンス整合回路104と半導体ダイ102の別の金属相互接続122との間に結合されるセグメントであってもよい。半導体ダイ102は、アンテナを介してRF信号を送信／受信するために金属相互接続122に結合されるトランシーバ回路を含み得、金属セグメント114は、アンテナのためのフィード線とすることができる。

30

【0014】

インピーダンス整合回路104は、金属セグメント114に結合される第1のプレートと、金属セグメント116に結合される第2のプレートとを有する交流(AC)コンデンサを含み得る。ACコンデンサのインピーダンスは、金属セグメント116／アンテナのインピーダンスと組み合わせることができる。組み合わせインピーダンスは、金属セグメント114のインピーダンスと整合するようにACコンデンサの静電容量を選択／構成することによって調整することができる。インピーダンスの整合は、トランシーバ回路とアンテナとの間の電力伝送を改善し、ワイヤレスシステムの全体的な感度及び効率を改善することができる。例えば、金属セグメント116は、 $R_L + jX_L$ のインピーダンスを提示することができる、ここで、 R_L 及び X_L は、金属セグメント116のインピーダンスのそれぞれの抵抗及びリアクタンス成分を表す。また、トランシーバ回路は、 $R_S + jX_S$ のインピーダンスを提示することができる、ここで、 R_S 及び X_S は、トランシーバ回路のインピーダンスのそれぞれの抵抗及びリアクタンス成分を表す。トランシーバ回路とアンテナとの間の電力伝送を最大化するため(又は少なくとも増加させるため)、インピーダンス整合回路104は、金属セグメント116のインピーダンスを、 $R_S - jX_S$ である、トランシーバ回路のインピーダンスの複素共役に変換することができる。

40

【0015】

50

アンテナの放射抵抗、帯域幅、及び効率を改善するために、金属セグメント 116 によって提供される電気経路を延長することができる。電気経路のフットプリントを低減するために、金属セグメント 116 は、共に接合された複数のサブセグメント（例えば、116a、116b、116c、及び 116d）を含み得、隣接するサブセグメント（例えば、116a と 116b、116b と 116c）同士は、互いから角度を付けられて（例えば、90 度）蛇行金属セグメントを形成し、アンテナは蛇行アンテナであり得る。金属セグメント 116 の第 1 の端部 130 が、インピーダンス整合回路 104 に結合され得、金属セグメント 116 の第 2 の端部 132 が、開放／未接続端部であり得る。いくつかの例において、金属セグメント 116 の第 2 の端部 132 が金属平面 112 に結合され得、金属セグメント 116 がループアンテナを形成し得る。

10

【0016】

また、半導体ダイ 102、インピーダンス整合回路 104、及び金属層 108 は、封止パッケージ 140 内に封止され得る。封止パッケージ 140 は、金属平面 112 と金属セグメント 114 及び 116 との間、並びに、半導体ダイ 102 の金属相互接続間で電気絶縁を提供するために、成形化合物（例えば、プラスチック又は樹脂）から作製され得る。また、表面 142 及び 144（ $x-z$ 平面に平行）、表面 146 及び 148（ $z-y$ 平面に平行）、並びに、表面 150（ $x-y$ 平面に平行）を含む封止パッケージ 140 の表面は、金属の層で被覆され得る。被覆は、全面金属スパッタリングプロセスによって行うことができる。金属層は、半導体ダイ 102 及びインピーダンス整合回路 104 を、放射又は他の帯域外 RF 信号などの所望とされない RF 信号から遮蔽することができる。

20

【0017】

表面 142～150 上の金属層は、封止パッケージ 140 内の電子部品を放射又は他の所望とされない RF 信号から遮蔽することができるが、こういった金属層はまた、金属セグメント 116 を遮蔽し、金属セグメント 116 が封止パッケージ 140 から RF 信号を受信又は送信することを防止し得る。アンテナ上の金属層の遮蔽効果を低減する方式の一つは、表面 142～150 の一部のみを金属層で被覆することによるものである。例えば、図 1 において、表面 146 と、金属部分 116 に近接する表面 142、144、150 の一部とが被覆されずに開口を提供し得、その開口を介してアンテナが封止パッケージ 140 から RF 信号を受信又は送信することができるようにし得る。部分的な表面金属スパッタリングプロセスを実施して、表面 142～150 の一部を金属層で被覆することもできる。しかし、そのような配置は、所望とされない RF 信号が、封止パッケージ 140 を介して入ることも可能にし、遮蔽効果を低下させ得る。また、部分的表面金属スパッタリングプロセスの制限された精度が、開口の寸法及び位置の変動をもたらし得、これにより、アンテナ及びワイヤレスシステム 100 全体の性能不確実性が増大し得る。

30

【0018】

図 2A 及び図 2B は、別の例示のワイヤレスシステム 200 の概略図である。図 2A は上面図を図示し、図 2B は斜視図を図示する。ワイヤレスシステム 200 は、基板 206 上に搭載される半導体ダイ 102 とインピーダンス整合回路 104 とを含み得、半導体ダイ 102 及びインピーダンス整合回路 104 は、封止パッケージ 140 内に封止され得る。図 2A 及び図 2B を参照すると、基板 206 は、金属層 208、210、212、及び 214 などの複数の金属層と、積層された基板 206 を形成する誘電体層 218、220、222、及び 224 などの複数の誘電体層とを含み得る。基板 206 はまた、複数の金属層及び誘電体層を貫通して複数の金属層間の電氣的接続を提供する、貫通ビア 226 及び 228 を含み得る。いくつかの例において、基板 206 は多層印刷回路基板（PCB）を含み得、金属層は銅層を含み得、誘電体層はエポキシ材料を含み得る。いくつかの例において、基板 206 はまた、共に積層された複数の PCB を含み得る。例えば、金属層 208 及び誘電体層 218 は第 1 の PCB であり得、金属層 210 及び誘電体層 220 は第 2 の PCB であり得、金属層 212 及び誘電体層 222 は第 3 の PCB であり得、金属層 214 及び誘電体層 224 は第 4 の PCB であり得る。

40

【0019】

50

また、金属層 208 は金属平面 230 を含み得、金属平面 230 は、平面領域 230 a 及び 230 b と、平面領域 230 a 及び 230 b 間で誘電体層 218 を露出させる分離区域 230 c とを含み得る。分離区域 230 c は、誘電体及び空気などの絶縁材料で充填することができる。金属層 208 はまた、金属セグメント 232、234、及び 236 を含み得る。金属セグメント 232 は、サブセグメント 232 a 及び 232 b を含み得る。サブセグメント 232 a は、封止パッケージ 140 で覆われていない平面領域 230 a の第 1 の部分（図 2 A において「A」と標示されている）から延在し得る。サブセグメント 232 b は、サブセグメント 232 a から延在し、サブセグメント 232 a に対して角度が付けられている。サブセグメント 232 b は、平面領域 230 a の第 2 の部分（図 2 A において「B」と標示されている）内に延在し得、インピーダンス整合回路 104 と結合する。サブセグメント 232 b は、分離区域 230 c によって平面領域 230 b から離間され得る。平面領域 230 a 及び金属セグメント 232 は、RF 信号の検出に応答して又は RF 信号を送信／放射するために、ループの周りに電流を導通することができるループアンテナ 240 を提供することができ、金属サブセグメント 232 b の一部が、ループアンテナのためのフィード線を提供することができる。ループアンテナ 240 は、封止パッケージ 140 に隣接する外部領域内にあり得る。従って、ループアンテナ 240 は、封止パッケージ 140 によってあまり妨害されず、ループアンテナ 240 が RF 信号を送信及び受信することが可能となる。

10

【0020】

金属セグメント 234 はまた蛇行セグメントを含み得、蛇行セグメントは、平面領域 230 a から未接続／分離された第 1 の端部 250 を有し、未接続／開放端部を形成する。蛇行セグメントはまた、サブセグメント 232 b と接続する第 2 の端部 252 を有する。蛇行金属セグメント 234 は、誘導性負荷を提供することができ、誘導性負荷は、金属セグメント 234 の長さ及び蛇行サブセグメント間の間隔（図 2 A において「d」と標示されている）を変えることによって調整することができる。また、容量性負荷を提供するために、サブセグメント 232 b と平面領域 230 b との間に間隙 230 d が存在することが可能であり、これは、間隙 230 d の幅（図 2 A において「w」と標示されている）を変えることによって調整することができる。間隙 230 d は、誘電体及び空気などの絶縁材料で充填することができる。インピーダンス整合回路 104 と組み合わせられた誘導性負荷及び容量性負荷は、（金属セグメント 236 及び金属相互接続 122 のインピーダンスによって表される）半導体ダイ 102 のインピーダンスと整合するように、ループアンテナ 240 のフィード線のインピーダンスを調整するように構成され得る。インピーダンスの整合は、トランシーバ回路とアンテナとの間の電力伝送を改善することができ、アンテナの全体的な感度及び効率を改善することができる。

20

30

【0021】

図 2 のワイヤレスシステム 200 におけるループアンテナ 240 は、封止パッケージ 140 によって妨害されていない（又は妨害が少ない）RF 信号を受信又は送信することができるが、様々な要因がその性能を制限する可能性がある。具体的には、ループアンテナ 240 の共振は狭帯域であり、ループアンテナ 240 は、RF 信号を送信／検出するために狭い帯域幅を有し得る。例えば、ループアンテナ 240 は、5～10メガヘルツ（MHz）の帯域幅を有し得る。狭い帯域幅は、アンテナが 5～10 MHz よりも広い帯域幅にわたって RF 信号を送信／受信し得る多くのワイヤレス応用例には不適切であり得る。

40

【0022】

また、ループアンテナ 240 は、封止パッケージ 140 に隣接する外部領域内にあり、ワイヤレスシステム 200 のフットプリントに追加するので、ワイヤレスシステム 200 の全体的なフットプリントを低減するために、ループアンテナ 240 のループ寸法は、（例えば、サブセグメント 232 a 及び 232 b の長さを低減することによって）縮小され得る。しかし、ループ寸法を縮小することは、ループアンテナ 240 の放射効率及び利得を低減する恐れがある。これは、ループアンテナ 240 によって送信又は受信される RF 信号の電力を低減し、アンテナの送信／検出範囲を低減する恐れがある。ワイヤレスシステ

50

ム 2 0 0 の全体的な感度及び効率、アンテナループの増加したインダクタンスに起因して更に低減され得、これにより、アンテナループと半導体ダイ 1 0 2 との間のインピーダンスを整合させることが困難となる。

【 0 0 2 3 】

図 3 は、周波数に対する、図 2 A 及び図 2 B のループアンテナ 2 4 0 の反射損失 (R L) の変動のグラフ 3 0 0 である。図 3 において及び本発明の残りの部分について、反射損失は、ループアンテナ 2 4 0 によって反射／拒絶される電力量 (P r) とループアンテナ 2 4 0 に提供される電力量 (P i) との間の比であり得る。ループアンテナ 2 4 0 が R F 信号を送信する場合、P i は、半導体ダイ 1 0 2 によってループアンテナ 2 4 0 に提供される電力の量を指すことができる。ループアンテナ 2 4 0 が R F 信号を検出する場合、P i は、ループアンテナ 2 4 0 によって検出された電力の量を指すことができる。R L は、下記式によって与えられ得る。

$$R L = 1 0 \log_{10} (P r / P i) \quad (式 1)$$

【 0 0 2 4 】

図 3 を参照すると、ループアンテナ 2 4 0 は、共振システムを提供し、反射損失が 1 に近い、1 ～ 2 ギガヘルツ (G H z) 間、並びに、2 . 7 ～ 5 G H z 間の周波数帯域内の R F 信号を拒絶することができる。ループアンテナ 2 4 0 は、2 ～ 2 . 7 G H z 間の周波数帯域内で R F 信号を送信／受信することができる。ループアンテナ 2 4 0 の帯域幅は、反射損失が - 1 0 d B よりも低い或る周波数帯域を含み得、これは、図 3 において「 B W 0 」と標示されており、約 7 5 M H z である。ループアンテナ 2 4 0 の共振周波数は 2 . 4 G H z であり、ここで、反射損失は、図 3 で「 R L m i n 0 」と標示されている - 1 5 d B の最小値である。ループアンテナの狭い 7 5 M H z 帯域幅は、多くのワイヤレス応用例にとって不適切であり得る。

【 0 0 2 5 】

図 4 A ～図 4 D は、前述した問題の少なくともいくつかに対処することができる、例示のワイヤレスシステム 4 0 0 を図示する。図 4 A は、ワイヤレスシステム 4 0 0 の斜視分解図を図示する概略図であり、図 4 B は、ワイヤレスシステム 4 0 0 の部分側面図を図示する概略図である。図 4 A 及び図 4 B を参照すると、ワイヤレスシステム 4 0 0 は、基板 4 0 6 上に搭載された半導体ダイ 1 0 2 及びインピーダンス整合回路 1 0 4 を含み得、少なくとも半導体ダイ 1 0 2 が封止パッケージ 1 4 0 内に封止されている。基板 4 0 6 は、金属層 4 0 8、4 1 0、及び 4 1 2 などの複数の金属層と、積層された基板を形成するように共に積層された誘電体層 4 1 8、4 2 0、及び 4 2 2 などの複数の誘電体層とを含み得る。基板 4 0 6 はまた、複数の金属層と誘電体層とを介して延在して、複数の金属層間の電氣的接続を提供する、貫通ビア 4 2 6 及び 4 2 8 を含み得る。いくつかの例において、基板 4 0 6 は多層 P C B を含み得、金属層は銅層を含み得、誘電体層はエポキシ材料を含み得る。いくつかの例において、基板 4 0 6 は、共に積層された複数の P C B を含み得、金属層 4 0 8 及び誘電体層 4 1 8 は第 1 の P C B のものとすることができ、金属層 4 1 0 及び誘電体層 4 2 0 は第 2 の P C B のものとすることができ、金属層 4 1 2 及び誘電体層 4 2 2 は第 3 の P C B のものとすることができ、これらの P C B は、積層された基板 4 0 6 を形成するために積層され得る。

【 0 0 2 6 】

各金属層は、金属平面と金属セグメントとを含み得、金属セグメントは、金属平面の第 1 の部分から延在し、同じ金属平面の第 2 の部分に戻り、ループアンテナを形成する。具体的には、金属層 4 0 8 は金属平面 4 3 0 を含み得、金属平面 4 3 0 は、平面領域 4 3 0 a 及び 4 3 0 b と、平面領域 4 3 0 a 及び 4 3 0 b 間で誘電体層 4 1 8 を露出させる分離区域 4 3 0 c とを含む。分離区域 4 3 0 c は、誘電体及び空気などの絶縁材料で充填することができる。金属平面 4 3 0 は、電圧源に結合され得、接地平面として構成され得る。金属層 4 0 8 はまた、金属サブセグメント 4 3 2 a 及び 4 3 2 b を含む金属セグメント 4 3 2 を含み得る。金属サブセグメント 4 3 2 a は、平面領域 4 3 0 b の一部 (図中「 A 」と標示されている) から延在し得る。金属サブセグメント 4 3 2 b は、金属サブセグメン

10

20

30

40

50

ト 4 3 2 a の端部 4 3 3 から延在し得、金属サブセグメント 4 3 2 a に対して角度が付けられ、金属サブセグメント 4 3 2 b は、端部 4 3 5 においてインピーダンス整合回路 1 0 4 に結合され得る。貫通ビア 4 2 8 は、金属サブセグメント 4 3 2 b を介して延在し、金属サブセグメント 4 3 2 a よりも端部 4 3 5 に近接している。金属セグメント 4 3 2、4 3 5 が、分離区域 4 3 0 c によって封止パッケージ 1 4 0 から離間されているループアンテナ 4 3 4 を提供することができる。ループアンテナ 4 3 4 は、R F 信号の検出に应答してインピーダンス整合回路 1 0 4 に到達するために、又は R F 信号を送信するために、平面領域 4 3 0 a のエッジを介して及び金属セグメント 4 3 2 を介して電流を導通することができる。金属層 4 0 8 はまた、インピーダンス整合回路 1 0 4 と半導体ダイ 1 0 2 との間を結合してそれらの間に電流を導通する金属セグメント 4 3 6 を含み得る。金属サブセグメント 4 3 2 b はまた、間隙 4 3 0 d によって平面領域 4 3 0 b から離間され得る。間隙 4 3 0 d は、誘電体及び空気などの絶縁材料で充填することができ、容量性負荷を提供することができ、容量性負荷は、インピーダンス整合回路 1 0 4 の A C 静電容量と組み合わせられて、ループアンテナ 4 3 4 のインピーダンスを金属セグメント 4 3 6 と整合するように設定することができる。容量性負荷は、間隙 4 3 0 d の幅（図 4 A において「w」と標示されている）によって設定することができる。

10

【0027】

また、金属層 4 1 0 は金属平面 4 4 0 を含み得、金属平面 4 4 0 は、平面領域 4 4 0 a 及び 4 4 0 b と、平面領域 4 4 0 a 及び 4 4 0 b 間で誘電体層 4 2 0 を露出させる分離区域 4 4 0 c とを含む。分離区域 4 4 0 c は、誘電体及び空気などの絶縁材料で充填することができる。金属平面 4 4 0 は、貫通ビア 4 2 6 によって金属平面 4 3 0 に結合され得、接地平面として構成され得る。金属層 4 1 0 はまた、金属サブセグメント 4 4 2 a 及び 4 4 2 b を含む金属セグメント 4 4 2 を含み得る。金属サブセグメント 4 4 2 a は、平面領域 4 4 0 a の一部（図 4 A において「B」と標示されている）から延在することができる。金属サブセグメント 4 4 2 b は、金属サブセグメント 4 4 2 a の端部 4 4 3 から延在し得、金属サブセグメント 4 4 2 a に対して角度を付けられ、金属サブセグメント 4 4 2 b は、開放／未接続端部を形成するため、金属平面 4 4 0 から離れている／分離された端部 4 4 5 を有し得る。貫通ビア 4 2 8 は、金属サブセグメント 4 4 2 b を介して延在して、金属セグメント 4 3 2 と 4 4 2 との間に電氣的接続を提供し、金属サブセグメント 4 4 2 a よりも端部 4 4 5 に近接している。金属セグメント 4 4 2、4 4 5 は、金属層 4 0 8 と 4 1 0 との間の貫通ビア 4 2 8 と共に、分離区域 4 4 0 c によって封止パッケージ 1 4 0 から離間されているループアンテナ 4 4 4 を提供することができる。ループアンテナ 4 4 4 は、R F 信号の検出に应答して、又は R F 信号を送信するために、インピーダンス整合回路 1 0 4 及び半導体ダイ 1 0 2 に到達するように、平面領域 4 4 0 a のエッジを介して、金属セグメント 4 4 2 を介して、及び金属層 4 0 8 と 4 1 0 との間の貫通ビア 4 2 8 を介して、電流を導通することができる。金属サブセグメント 4 4 2 b はまた、間隙 4 4 0 d によって平面領域 4 4 0 b から離間され得る。間隙 4 4 0 d は、誘電体及び空気などの絶縁材料で充填することができ、ループアンテナ 4 4 4 のインピーダンスを金属セグメント 4 3 6 と整合するように設定することができる容量性負荷を提供することができる。容量性負荷は、間隙 4 4 0 d の幅（図 4 A において「w」と標示されている）によって設定することができる。

20

30

40

【0028】

また、金属層 4 1 2 は、平面領域 4 5 0 a 及び 4 5 0 b を含む金属平面 4 5 0 と、平面領域 4 5 0 a 及び 4 5 0 b 間で誘電体層 4 2 2 を露出させる分離区域 4 5 0 c とを含み得る。分離区域 4 5 0 c は、誘電体及び空気などの絶縁材料で充填することができる。金属平面 4 5 0 は、貫通ビア 4 2 6 によって金属平面 4 3 0 及び 4 4 0 に結合され得、接地平面として構成され得る。金属層 4 1 2 はまた、金属サブセグメント 4 5 2 a 及び 4 5 2 b を含む金属セグメント 4 5 2 を含み得る。金属サブセグメント 4 5 2 a は、平面領域 4 5 0 a の一部（図 4 A において「C」と標示されている）から延在し得る。金属サブセグメント 4 5 2 b は、金属サブセグメント 4 5 2 a の端部 4 5 3 から延在し得、金属サブセグ

50

メント452aに対して角度を付けられ、金属サブセグメント452bは、金属平面450から離れている／分離された端部455を有して、開放／未接続端部を形成することができる。貫通ビア428は、金属サブセグメント452bを介して延在して、金属セグメント452並びに金属セグメント432及び442間の電氣的接続を提供し、金属サブセグメント452aよりも端部455に近接している。金属セグメント452は、金属層408と412との間の貫通ビア428と共に、ループアンテナ454を提供することができる。ループアンテナ454は、RF信号の検出すること、又はRF信号を送信することに応答して、インピーダンス整合回路104及び半導体ダイ102に到達するように、平面領域450aのエッジを介して、金属セグメント452を介して、及び金属層408及び412間の貫通ビア428を介して、電流を導通することができる。金属サブセグメント452bは、分離区域450cの一部である間隙450dによって平面領域450bから離間され得る。間隙450dは、誘電体及び空気などの絶縁材料で充填することができる。ループアンテナ454のインピーダンスを金属セグメント436と整合するように設定することができる容量性負荷を提供することができる。容量性負荷は、間隙450dの幅（図4Aにおいて「w」と標示されている）によって設定することができる。

10

【0029】

図4A～図4Cの例示の配置では、3つのループアンテナ434、444、及び454が、貫通ビア428によってインピーダンス整合回路104及び半導体ダイ102に結合され得る。ループアンテナ434、444、及び454、インピーダンス整合回路104、及び半導体ダイ102の間の接続は、図4Cの回路図に表されている。図4Cを参照すると、金属セグメント436が、半導体ダイ102のトランシーバ回路460とインピーダンス整合回路104のコンデンサの一方の側との間に結合される。また、インピーダンス整合回路104のコンデンサの他方の側は、貫通ビア428によって3つのループアンテナ434、444、及び454と結合され、貫通ビア428は、3つのアンテナの各々にフィード線を提供することができる。従って、トランシーバ回路460は、RF信号を送信及び受信するために、3つのループアンテナ434、444、及び454の1つ又は複数をを用いることができる。

20

【0030】

複数のループアンテナ434、444、及び454は、ワイヤレスシステム400の動作周波数レンジを広げるために組み合わせることができる、同様の周波数応答を有することができる。組み合わせられたアンテナの放射効率及び利得も、周波数レンジにわたって増加させることができる。

30

【0031】

図4Dは、それぞれのループアンテナ434、444、及び454の反射損失のグラフ472、474、及び476を含むチャート470と、3つのループアンテナの組み合わせ反射損失のチャート480とを図示する。チャート470を参照すると、ループアンテナ434は、図4Dに表される周波数の範囲内で f_0 において反射損失が最小となる共振周波数を有することができる、ループアンテナ444は、 f_1 において反射損失が最小となる共振周波数を有することができる、ループアンテナ454は、 f_2 において反射損失が最小となる共振周波数を有することができる。ループアンテナは、異なるループ寸法を有するので、異なる共振周波数を有することができる。上述のように、ループアンテナ444は、金属層408と410との間に貫通ビア428を含み得、これは、電流経路を延長させ、ループアンテナ444のループ寸法を増加させる。また、ループアンテナ454は、金属層408と412との間に貫通ビア428を含み得、これも、電流経路を延長させ、ループアンテナ454のループ寸法を増加させる。各ループアンテナが、貫通ビア428からの異なる電流経路延長を有するので、異なるループ寸法及び異なる共振周波数を有することができる。

40

【0032】

また、各ループアンテナは、それぞれの共振周波数 f_0 、 f_1 、及び f_2 を中心とする同じ帯域幅（例えば、 BW_0 ）を有することができる。共振周波数 f_0 、 f_1 、及び f_2

50

は異なるが、共振周波数 f_0 、 f_1 、及び f_2 を含む周波数レンジ f_a 及び f_b にわたってループアンテナの周波数応答が組み合わせられ得るように、差は小さい。チャート 480 は、ループアンテナ 434、444、及び 454 の組み合わせられた反射損失を表す。チャート 480 を参照すると、周波数レンジ f_a から f_b の間に及ぶアンテナ 434、444、及び 454 の組み合わせ帯域幅（「BW₁」と標示されている）は、各スタンドアロンアンテナの帯域幅 BW₀ よりも広くすることができ、これにより、RF 信号を送信／検出する際のワイヤレスシステム 400 の全体的な帯域幅を広げることができる。

【0033】

図 4A～図 4D の例において、金属層 408 の金属セグメント 432、金属層 410 の金属セグメント 442、及び金属層 412 の金属セグメント 452 は、封止パッケージ 140 の同じ側にあり得、ループアンテナ 434、444、及び 454 は、（例えば、z 軸に沿って）スタックを形成し得る。いくつかの例において、異なる金属層中のアンテナが、封止パッケージ 140 の異なる側にあってもよい。図 5 は、封止パッケージ 140 の異なる側にループアンテナ 434 及び 444 を有する、例示のワイヤレスシステム 400 の概略図である。図 5 を参照すると、平面領域 430a 及び 430b、分離区域 430c、間隙 430d、並びに、金属サブセグメント 432a 及び 432b は、封止パッケージ 140 の第 1 の側（例えば、方向 C）にあり得る。また、平面領域 440a 及び 440b、分離区域 440c、間隙 440d、並びに、金属サブセグメント 442a 及び 442b は、封止パッケージ 140 の第 2 の側（例えば、方向 D）にあり得る。異なる金属層（例えば、金属層 412）が、金属サブセグメント 442b と貫通ビア 428 との間を結合する金属セグメント 502 を含み得、金属セグメント 502 は、貫通ビア 504 によって金属サブセグメント 442b に結合され得る。

【0034】

図 6A～図 6C は、別の例示のワイヤレスシステム 400 を図示する。図 6A は、ワイヤレスシステム 400 の斜視分解図を図示する概略図であり、図 6B は、ワイヤレスシステム 400 の部分側面図を図示する概略図である。図 6A 及び図 6B を参照すると、金属セグメント 442 が、金属サブセグメント 442a よりも貫通ビア 428 に一層近接している、金属サブセグメント 442b の端部 445 から延在する金属サブセグメント 602 を含む。金属サブセグメント拡張部 602 が、金属平面 440 から分離された開放端部 604 を有する。また、金属セグメント 452 が、金属サブセグメント 452a よりも貫通ビア 428 に一層近接している、金属サブセグメント 442b の端部 455 から延在する金属サブセグメント拡張部 612 を含む。金属サブセグメント拡張部 612 が、金属平面 450 から分離された開放端部 614 を有する。図 6A 及び図 6B の例において、端部 445 及び 455 は例示の目的の仮想端部とすることができ、ここで、金属サブセグメント 442b 及び 602 を連続金属サブセグメントとすることができ、金属サブセグメント 452b 及び 612 を連続金属サブセグメントとすることもできる。

【0035】

金属サブセグメント拡張部 602 及び 612 の各々は、開放スタブとし得、これは、それぞれの金属セグメント 442 及び 452、並びに、それぞれのループアンテナ 444 及び 454 に、付加的な容量性負荷を提供することができる。図 6C は、ループアンテナ 434、444、及び 454、インピーダンス整合回路 104、半導体ダイ 102、並びに、金属サブセグメント拡張部 602 及び 612 によって提供される容量性負荷を表す回路概略図である。図 6C を参照すると、金属セグメント 436 は、半導体ダイ 102 のトランシーバ回路 460 とインピーダンス整合回路 104 のコンデンサの一方の側との間に結合される。また、インピーダンス整合回路 104 のコンデンサの他方の端部は、フィード線としての貫通ビア 428 によって 3 つのループアンテナ 434、444、454 に接続される。また、金属サブセグメント拡張部 602 は、貫通ビア 428 とアンテナ 444 との間にシャント容量性負荷を提供することができ、金属サブセグメント拡張部 612 は、貫通ビア 428 とアンテナ 454 との間にシャント容量性負荷を提供することができる。

【0036】

シャント容量性負荷は、それぞれのループアンテナ 4 4 4 及び 4 5 4 のインピーダンスを調整するように構成することができる。例えば、金属サブセグメント拡張部 6 0 2 / 6 1 2 の静電容量 C_{ext} は、ループアンテナ 4 4 4 / 4 5 4 インピーダンスのリアクタンス成分と組み合わせる容量性調整を提供することができるリアクタンス成分を提供することができる。例えば、静電容量 C_{ext} は、ループアンテナ 4 4 4 / 4 5 4 とそれぞれの金属サブセグメント拡張部 6 0 2 / 6 1 2 との組み合わせインピーダンスが、電力伝送を最大化するためにトランスミッタ回路のインピーダンスの複素共役に等しくなり得るように調整され得る。

【0037】

金属サブセグメント拡張部 6 0 2 及び 6 1 2 は、インピーダンス整合回路 1 0 4 と共に、ループアンテナの組み合わせインピーダンスを調整して、フィード線と金属セグメント 4 3 6（及びトランシーバ回路 4 6 0）との間のインピーダンス整合を更に改善するため、及び、トランシーバ回路とアンテナとの間の電力伝送を改善するための、異なる選択肢を提供することができる。例えば、 C_{ext} は、金属サブセグメント拡張部の（ y 軸に沿った）長さ及び（ x 軸に沿った）幅によって設定することができる。また、いくつかの例において、異なるループアンテナが、異なる容量性負荷を提供するために、異なる長さ／幅の金属サブセグメント拡張部を有することができる。これは、異なるループアンテナが、異なるループ寸法を有し得、異なる C_{shunt} 静電容量及び異なる容量性リアクタンスを有し得るためであり得る。従って、金属サブセグメント拡張部 6 0 2 及び 6 1 2 は、ループアンテナの組み合わせインピーダンスを調整するようにそれぞれのループアンテナ 4 4 4 及び 4 5 4 の異なる容量性リアクタンスと組み合わせるために、異なる C_{ext} 静電容量を提供するために異なる寸法を有することができる。

【0038】

図 7 は、図 6 A ～ 図 6 C のループアンテナ 4 3 4、4 4 4、及び 4 5 4 の、周波数に対する組み合わせ反射損失（ RL ）の変動のグラフ 7 0 0 である。図 7 において、ループアンテナ 2 4 0 の組み合わせ帯域幅は、反射損失が -10 dB よりも低い周波数レンジを含み得、これは、「 BW_i 」と標示されており、約 105 MHz である。図 3 と比較して、帯域幅は 40% 広がっている。また、ループアンテナの組み合わせ共振周波数は 2.4 GHz であり、これは図 3 と同じである。しかしながら、図 7 で「 RL_{min1} 」と標示された共振周波数での反射損失は -30 dB であり、これは図 3 から 15 dB 改善していること表す。低減された反射損失は、例えば、金属サブセグメント拡張部 6 0 2 及び 6 1 2、分離区域 4 3 0 c、4 4 0 c、及び 4 5 0 c、並びに、インピーダンス整合回路 1 0 4 によって提供される、フィード線（及びループアンテナの組み合わせインピーダンス）と金属セグメント 4 3 6（及びトランシーバ回路 1 6 0）との間の改善されたインピーダンス整合に起因するものであり得る。

【0039】

図 8、図 9、及び図 10 は、多層基板内にマルチバンドアンテナを含む例示のワイヤレスシステムの概略図である。図 8、図 9、及び図 10 の各々は、例示のワイヤレスシステム 8 0 0 の斜視図及び分解図を図示する概略図である。図 8 ～ 図 10 を参照すると、ワイヤレスシステム 8 0 0 は、半導体ダイ 1 0 2（図 8 ～ 図 10 には図示せず）と、基板 8 0 6 上に搭載されたインピーダンス整合回路 1 0 4 とを含み得、少なくとも半導体ダイ 1 0 2 が、封止パッケージ 1 4 0 内に封止されている。基板 8 0 6 は、金属層 8 0 8 及び 8 1 0 などの複数の金属層を含み得る。基板 8 0 6 はまた、誘電体層 8 1 8 及び 8 2 0 を含み得る。金属層及び誘電体層は、共に積層されて、積層された基板を形成することができる。いくつかの例において、基板 8 0 6 は、金属層 4 0 8 と 8 1 0 との間に他の金属層及び誘電体層（図 8 には図示せず）を含むこともできる。基板 8 0 6 はまた、複数の金属層間の電氣的接続を提供するため、複数の金属層及び誘電体層を貫通する貫通ビア 8 2 6 及び 8 2 8 を含み得る。いくつかの例において、基板 8 0 6 は多層 PCB を含み得、金属層は銅層を含み得、誘電体層はエポキシ材料を含み得る。いくつかの例において、基板 8 0 6 は、共に積層された複数の PCB を含むことができ、ここで、金属層 4 0 8 及び誘電体層

418は第1のPCBのものとすることができ、金属層810及び誘電体層820は第2のPCBのものとすることができ、PCBは積層された基板806を形成するようにスタックされることができる。

【0040】

各金属層は、金属平面と金属セグメントとを含み得、金属セグメントは、アンテナとして構成することができる。ワイヤレスシステム800は、異なるトポロジーの、異なる金属層において異なる動作周波数帯域を有するアンテナを含み得る。例えば、図8を参照すると、金属層808が金属平面830を含み得、金属平面830は、平面領域830a及び830bと、平面領域830a及び830b間で誘電体層818を露出させる分離区域830cとを含み得る。分離区域830cは、誘電体及び空気などの絶縁材料で充填することができる。金属平面830は、電圧源に結合され得、接地平面として構成され得る。金属層808はまた、金属セグメント832を含み得、これは、平面領域830aの一部（図8に「A」と標示されている）から延在する金属サブセグメント832aを含み得る。金属サブセグメント832bは、金属サブセグメント832aから延在し得、金属サブセグメント832aに対して角度が付けられており、金属サブセグメント832bは、インピーダンス整合回路104に結合される端部833を有することができる。貫通ビア828が、金属サブセグメント832bを介して延在し、金属サブセグメント832aよりも端部833に近接している。金属セグメント832は、ループアンテナ834を提供することができる、これは分離区域830cによって封止パッケージ140から離間され、間隙830dによって平面領域830bから離間されている。間隙830dは、誘電体及び空気などの絶縁材料で充填され得る。金属層808はまた、インピーダンス整合回路104と半導体ダイ102との間に結合される金属セグメント836を含み得る。

【0041】

また、図8を参照すると、金属層810は、金属平面840aと分離区域840bとを含み得る。分離区域840bは、封止パッケージ140に隣接する外部領域内にあり得る。分離区域840bは、誘電体及び空気などの絶縁材料で充填することができる。金属平面840aは、貫通ビア826によって金属平面830に結合することができ、接地平面として構成することができる。金属層810はまた、封止パッケージ140及び平面領域840aから分離区域840bにより離間されている金属セグメント842を含み得、金属セグメント842の対向する端部844及び846が、金属平面840aから分離され／離れている。端部846は開放端部とすることができる。貫通ビア828は、金属セグメント832及び842を介して延在し、端部846よりも端部844に近接している。金属セグメント842は、共に接続された複数のサブセグメントを含み得、隣接するサブセグメント（例えば、842a及び842b、842b及び842c）は互いから角度が付けられている（例えば、90度）。金属セグメント842は、金属層808と810との間の貫通ビア828と共に、蛇行アンテナ854を形成することができる。蛇行アンテナ854は、RF信号を検出すること、又はRF信号を送信することに応答して、インピーダンス整合回路104及び半導体ダイ102に到達するために、金属セグメント842を介して、並びに金属層808及び810間の貫通ビア428を介して、電流を導通することができる。いくつかの例において、金属層810は、端部844から延在する金属サブセグメント拡張部（図8～図10には図示せず）を含んで、図6A～図6Cで上述したように、アンテナ854のインピーダンスの容量性調整のための付加的な容量性負荷を提供し得る。

【0042】

図9及び図10は、ワイヤレスシステム800の付加的な例を図示する。図9において、金属層810は、隔離エリア840b内に金属セグメント902を含み得、金属セグメント902は、封止パッケージ140に近接する外部領域内にあってもよい。金属セグメント902は、金属サブセグメント902aと金属サブセグメント902bとを含み得る。金属サブセグメント902aは、平面領域840aの第1の部分（例えば、図9において「B」と標示されている）から延在し得、平面領域840aの第2の部分（図9におい

て「C」と標示されている) から分離され／離れている端部 904 を有することができる。端部 904 は、開放／未接続端部とすることができる。また、金属サブセグメント 902b は、金属サブセグメント 902a から延在し得、金属サブセグメント 902a に対して角度を付けられており、金属サブセグメント 902b は、金属平面 840a から離れている／分離された端部 916 を有して、開放／未接続端部を形成することができる。金属サブセグメント 902b は、端部 904 よりも接地平面 840a に近接し得る。貫通ビア 828 は、金属サブセグメント 902b を介して延在して、金属セグメント 832 と 902 との間の電氣的接続を提供し、金属サブセグメント 902a よりも端部 916 に近接している。金属セグメント 902 は、金属層 808 と 810 との間の貫通ビア 828 と共に、逆 F アンテナ 920 を形成することができる。また、図 10 において、ワイヤレスシステム 800 は、蛇行アンテナ 854 を提供する金属セグメント 842 を含む金属層 808 と、逆 F アンテナ 920 を提供する金属セグメント 902 を含む金属層 810 とを含み得る。図 9 及び図 10 において、金属層 810 は、金属サブセグメント 902b の端部 916 から延在する金属サブセグメント拡張部 (図 10 には図示せず) を含んで、アンテナ 920 のインピーダンスの容量性調整のための付加的な容量性負荷が提供され得る。

10

【0043】

いくつかの例において、金属層 808 はまた、逆 F アンテナ 920 を提供するために金属セグメント 902 を含み得、ここで、インピーダンス整合回路 104 は、金属サブセグメント 902b の端部 916 に結合され得、金属層 810 は、蛇行アンテナ 854 を提供するために金属セグメント 842 を含み得る。

20

【0044】

図 11 は、図 8～図 10 のマルチバンドアンテナの組み合わせ反射損失 (RL) の変動のグラフ 1100 である。図 11 を参照すると、マルチバンドアンテナは、2 つの重複しない動作周波数レンジを有し得る。第 1 の動作周波数レンジは 1.9 GHz 付近を中心とし、BW₃ と標示されている帯域幅を有し得、第 2 の動作周波数レンジは 4.1 GHz 付近を中心とし、BW₄ と標示されている帯域幅を有し得、ここで、マルチバンドアンテナの第 1 のアンテナが、1.9 GHz の第 1 の共振周波数を有し得、マルチバンドアンテナの第 2 のアンテナが、4.1 GHz の第 2 の共振周波数を有し得る。1.9 GHz の第 1 の共振周波数における反射損失は -18 dB (「RL_{min3}」と標示されている) であり得、4.1 GHz の第 2 の共振周波数における反射損失は -14 dB (「RL_{min4}」と標示されている) であり得る。

30

【0045】

前述した手法は、多層基板において、無指向性アンテナ及び指向性アンテナを含む様々なアンテナタイプを実装するために用いられ得る。無方向性アンテナの例には、図 8～図 10 のループアンテナ 834 及び蛇行アンテナ 854 などのループアンテナ及び蛇行アンテナが含まれ得る。指向性アンテナの例には、パッチアンテナ、ビバルディアンテナ、多層ヘリカルアンテナ、及びホーンアンテナが含まれ得る。

【0046】

本記載において「結合する」という用語は、本記載と一貫する機能的関係を可能にする、接続、通信、又は信号経路を包含し得る。例えば、或る行為を実施するためにデバイス A がデバイス B を制御するための信号を提供する場合、(A) 第 1 の例において、デバイス A がデバイス B に直接電氣的に結合され、又は、(b) 第 2 の例において、介在する構成要素 C がデバイス A とデバイス B との間の機能的関係を実質的に変更しない場合に、デバイス A が、介在する構成要素 C を介してデバイス B に間接的に電氣的に結合され、そのため、デバイス B が、デバイス A によって提供される制御信号を介してデバイス A によって制御されるようにする。

40

【0047】

本記載において、或るタスク又は機能を実施する「ように構成される」デバイスが、その機能を実施するために、製造業者によって製造時に構成 (例えば、プログラム及び／又は配線接続) され得、及び／又は、その機能及び／又は他の付加的な又は代替の機能を実

50

施するために製造後にユーザによって構成可能（又は再構成可能）であり得る。こういった構成は、デバイスのファームウェア及び／又はソフトウェアプログラミングを介するもの、デバイスのハードウェア構成要素及び相互接続の構築及び／又はレイアウトを介するもの、又はそれらの組み合わせであり得る。

【0048】

或る構成要素を含むものとして本明細書において記載される回路又はデバイスが、代わりに、記載された回路要素又はデバイスを形成するようにそれらの構成要素に電氣的に結合されるよう適合されてもよい。例えば、1つ又は複数の半導体素子（トランジスタなど）、1つ又は複数の受動素子（抵抗器、コンデンサ、及び／又はインダクタなど）、及び／又は、1つ又は複数の供給源（電圧及び／又は電流源など）を含むものとして本明細書において記載される構造が、代わりに、単一の物理デバイス（例えば、半導体ダイ及び／又は集積回路（IC）パッケージ）内の半導体素子のみを含んでいてもよく、エンドユーザ及び／又は第三者などによる製造時又は製造後のいずれかに、受動素子及び／又は供給源の少なくともいくつかに電氣的に結合されるように適合されて、記載された構造を形成してもよい。

10

【0049】

或る構成要素が本明細書では特定のプロセス技術のものとして記載され得るが、これらの構成要素は、他のプロセス技術の構成要素に対して交換されてもよい。本明細書において記載される回路は、構成要素置換前に利用可能な機能と少なくとも部分的に同様の機能を提供するために、置換された構成要素を含むように再構成可能である。抵抗器として示される構成要素は、特に断りのない限り、概して、示される抵抗器によって表されるインピーダンスの量を提供するために、直列及び／又は並列に結合される任意の1つ又は複数の要素を表す。例えば、単一の構成要素として本明細書に示され記載される抵抗器又はコンデンサが、代わりに、その単一の抵抗器又はコンデンサと同じ2つのノード間で直列又は並列に結合される、それぞれ、複数の抵抗器又はコンデンサであってもよい。

20

【0050】

本記載における「接地電圧電位」という語句の使用は、シャーシ接地、アース接地、フローティング接地、仮想接地、デジタル接地、共通接地、及び／又は本記載の教示に適用可能であるか又はそれに適した任意の他の形態の接地接続を含む。特に明記しない限り、本記載においてパラメータに先行する「約」、「およそ」、又は「実質的に」は、そのパラメータの+/-10%以内を意味する。

30

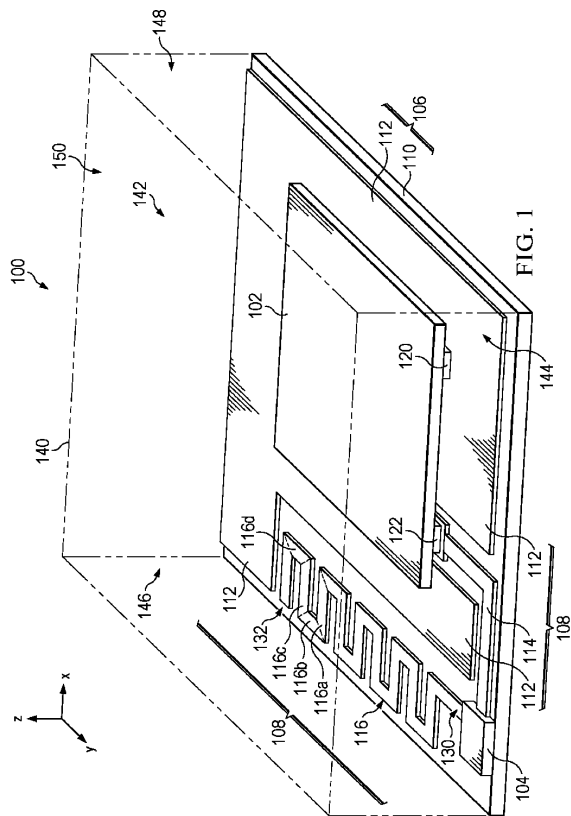
【0051】

本発明の特許請求の範囲内で、記載した例示の実施例に改変が成され得、他の実施例が可能である。

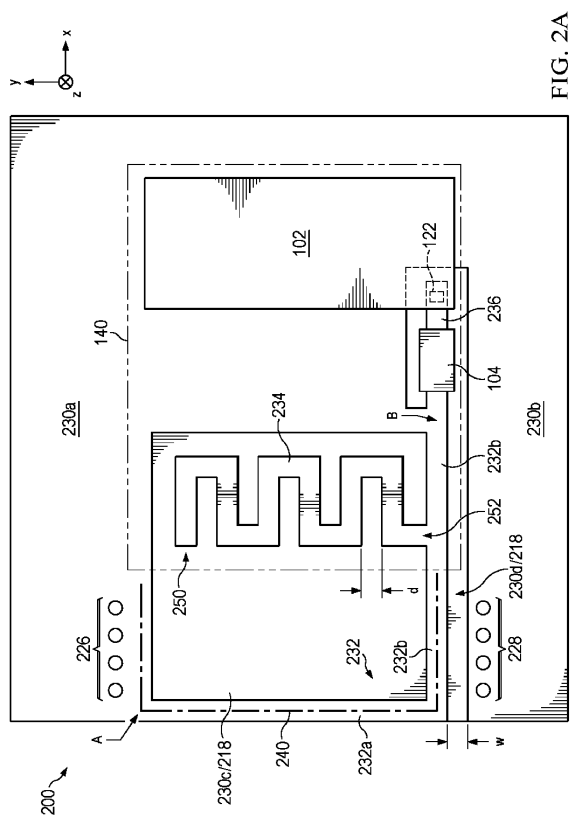
40

50

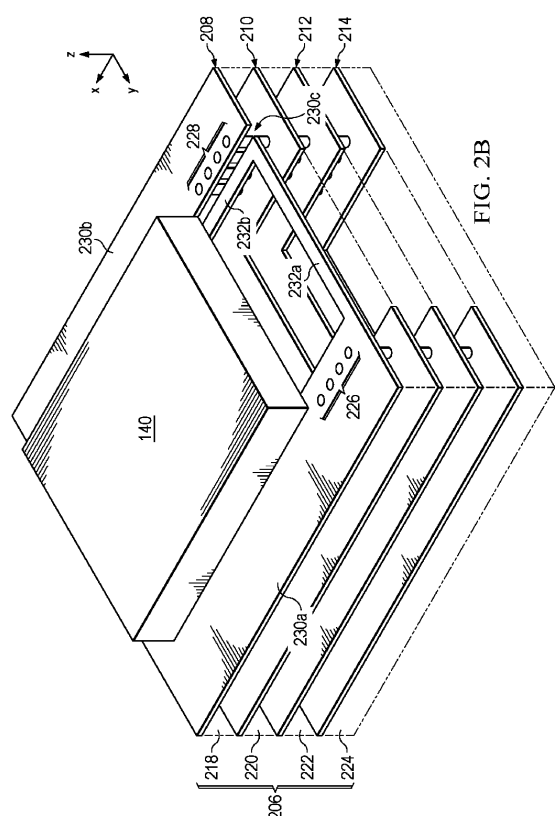
【図面】
【図 1】



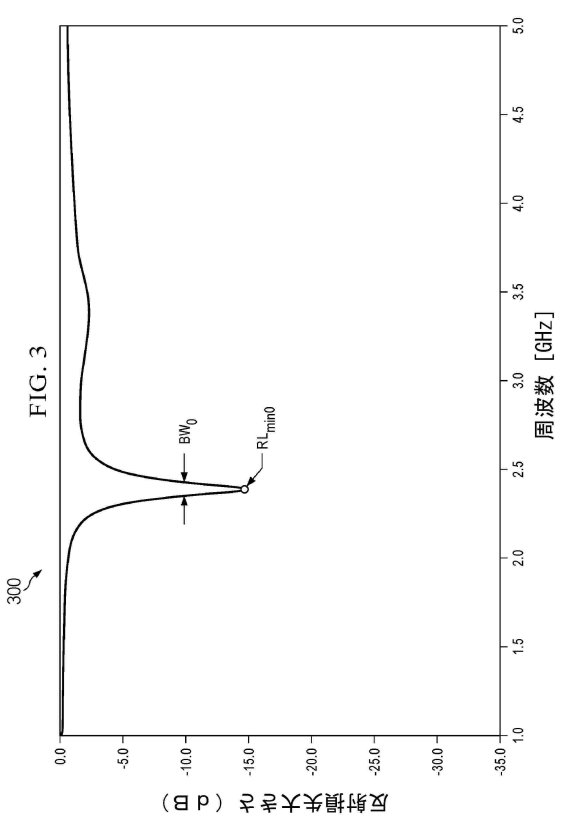
【図 2 A】



【図 2 B】



【図 3】



10

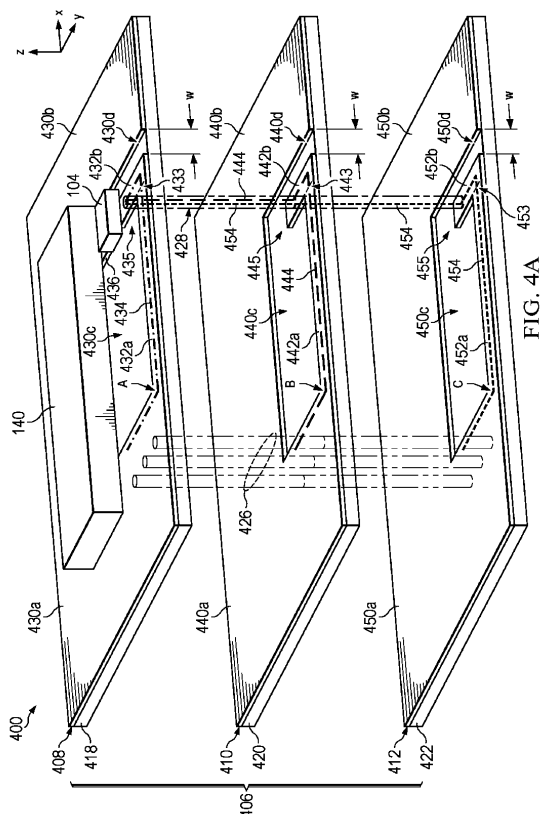
20

30

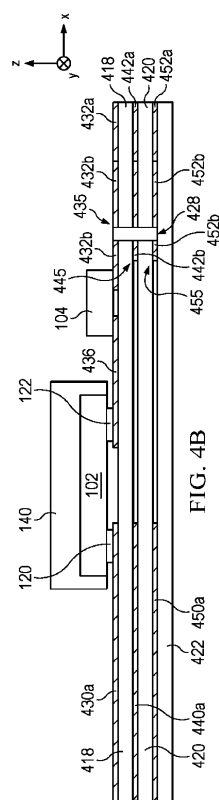
40

50

【図 4 A】



【図 4 B】



【図 4 C】

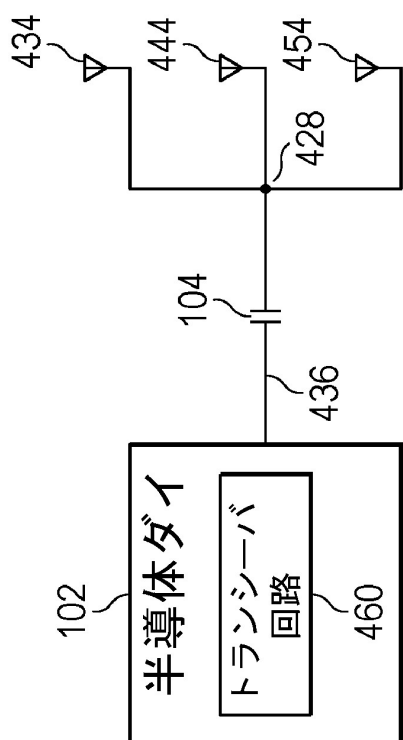


FIG. 4C

【図 4 D】

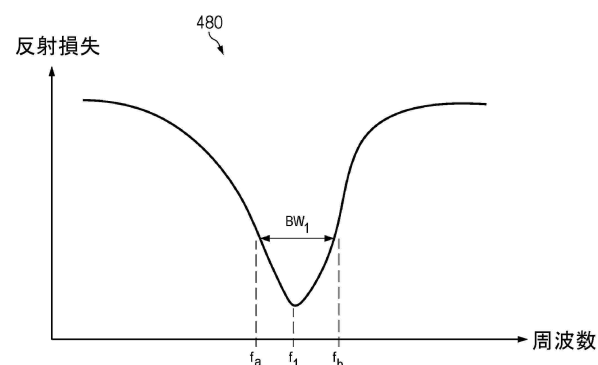
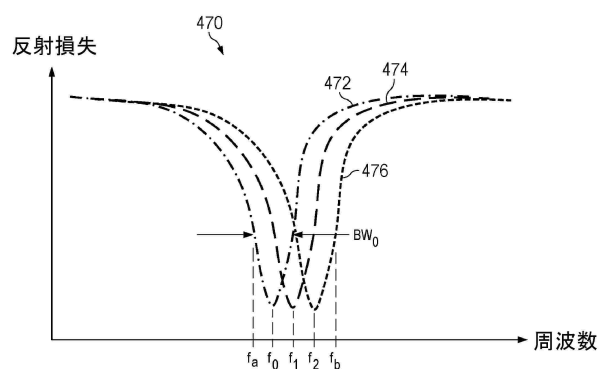
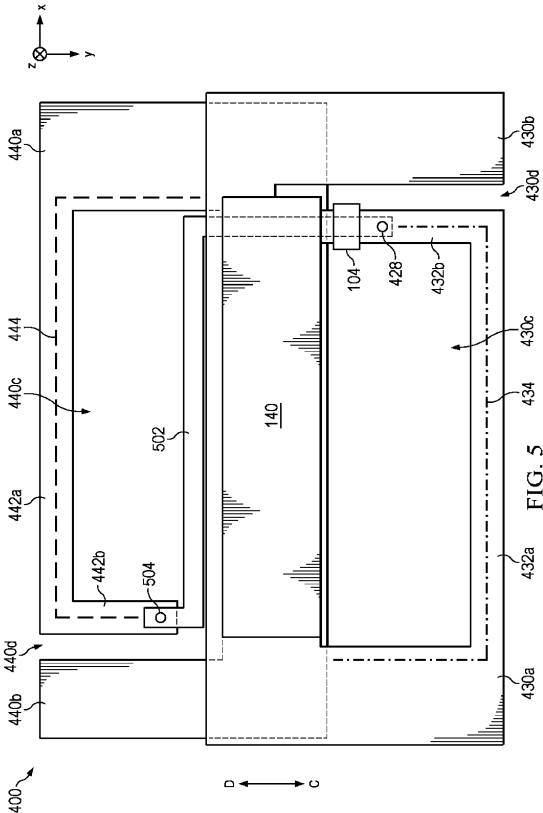
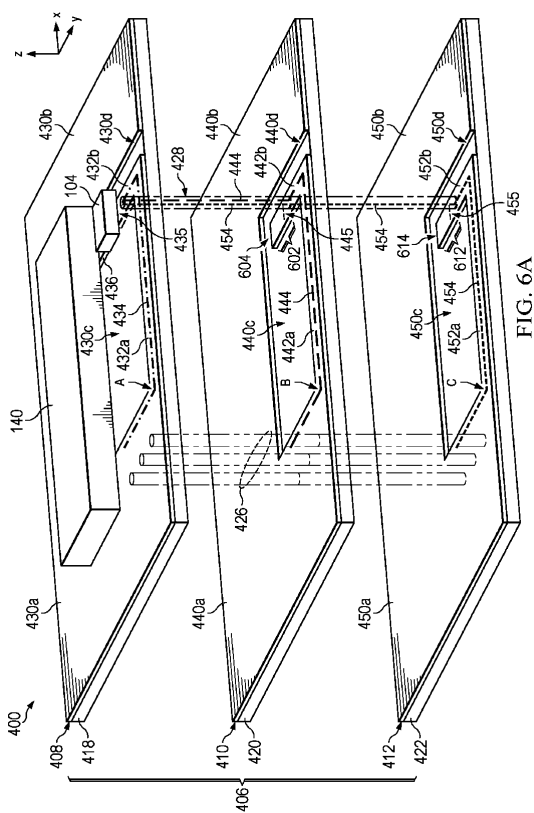


FIG. 4D

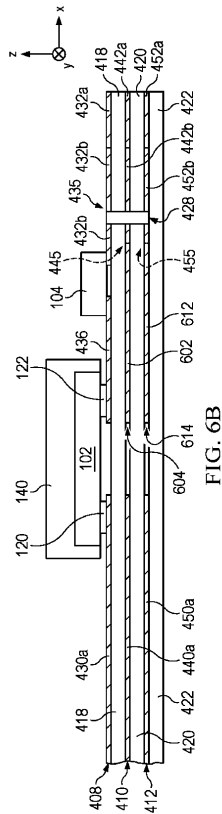
【図 5】



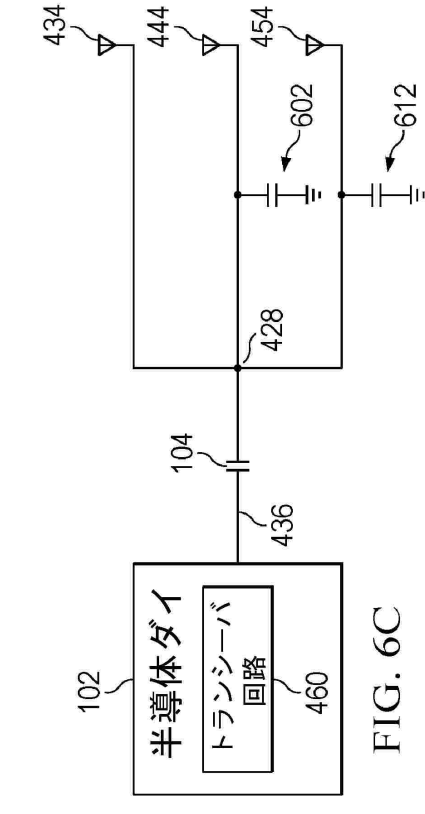
【図 6 A】



【図 6 B】



【図 6 C】



10

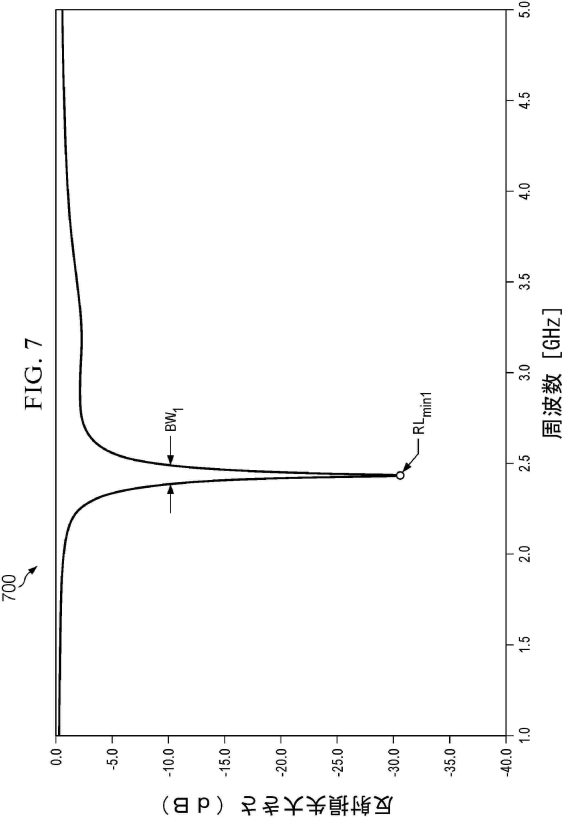
20

30

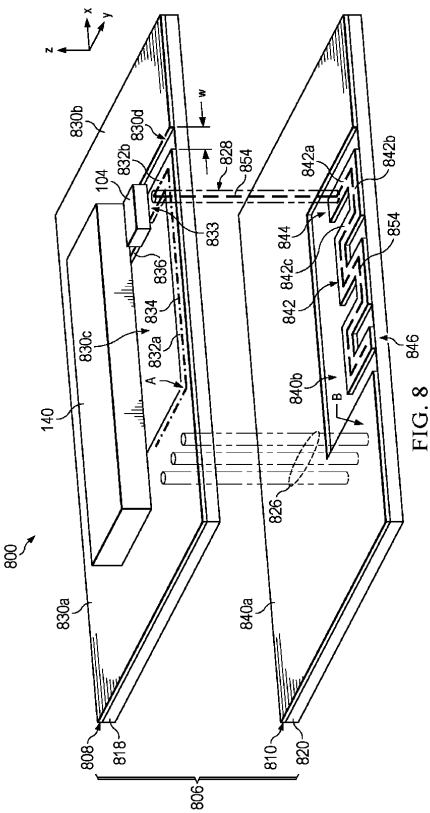
40

50

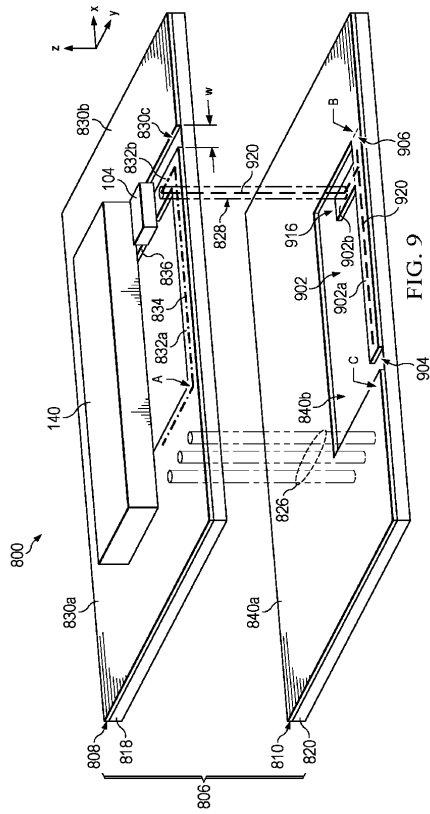
【図 7】



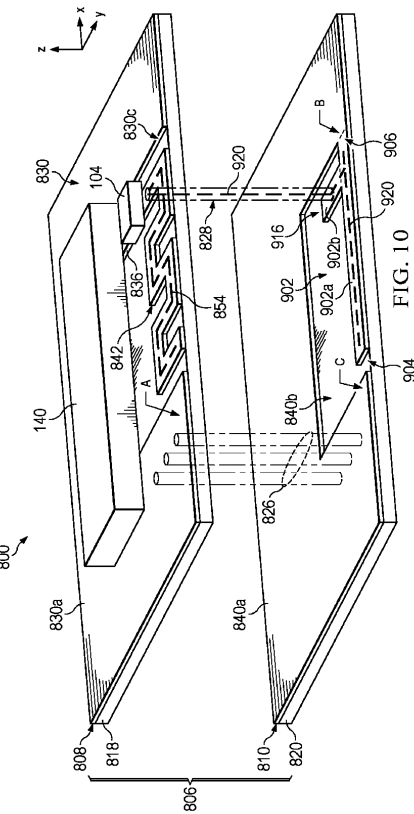
【図 8】



【図 9】



【図 10】



10

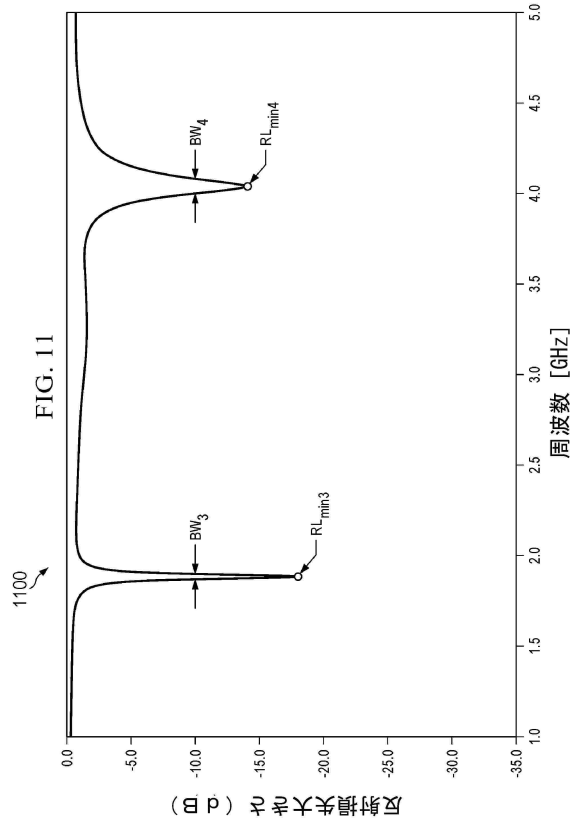
20

30

40

50

【図 11】



10

20

30

40

50

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2022/046958
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01Q 1/38(2006.01)i; H01Q 1/24(2006.01)i; H01Q 7/00(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01Q 1/38(2006.01); H01Q 1/24(2006.01); H01Q 1/42(2006.01); H01Q 1/48(2006.01); H01Q 1/50(2006.01); H01Q 13/02(2006.01); H01Q 23/00(2006.01); H01Q 7/00(2006.01) Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS(KIPO internal) & Keywords: antenna, metal layer, through via, impedance matching circuit		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	US 2014-0253382 A1 (WILOCITY, LTD.) 11 September 2014 (2014-09-11) paragraphs [0004], [0025]-[0044], claim 1 and figures 3-5	1-3,16-20 4-15
Y	CN 104682020 A (JIANGSU UNIVERSITY) 03 June 2015 (2015-06-03) paragraphs [0029]-[0038], claim 1 and figures 1-6	1-3,16-20
Y	US 2006-0114159 A1 (YOSHISHIGE YOSHIKAWA et al.) 01 June 2006 (2006-06-01) paragraph [0105]	16-17
A	US 2020-0381830 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 03 December 2020 (2020-12-03) claims 1-15 and figures 2A-15B	1-20
A	US 2021-0265723 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 26 August 2021 (2021-08-26) claims 1-15 and figures 1-10	1-20
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "D" document cited by the applicant in the international application "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 14 February 2023		Date of mailing of the international search report 14 February 2023
Name and mailing address of the ISA/KR Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon 35208, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-481-8578		Authorized officer PARK, Hye Lyun Telephone No. +82-42-481-3463

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2022)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/US2022/046958

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)	
US	2014-0253382	A1	11 September 2014	CN	105393403	A	09 March 2016
				CN	105393403	B	26 June 2018
				EP	3020091	A1	18 May 2016
				JP	2016-528794	A	15 September 2016
				JP	6580561	B2	25 September 2019
				TW	201508997	A	01 March 2015
				TW	1652857	B	01 March 2019
				US	2013-0293420	A1	07 November 2013
				US	2014-0320344	A1	30 October 2014
				US	9680232	B2	13 June 2017
WO	2015-006293	A1	15 January 2015				
CN	104682020	A	03 June 2015	CN	104682020	B	16 January 2018
US	2006-0114159	A1	01 June 2006	CN	1745500	A	08 March 2006
				EP	1594188	A1	09 November 2005
				EP	1594188	A4	31 May 2006
				EP	1594188	B1	14 April 2010
				JP	3735635	B2	18 January 2006
				KR	10-1066378	B1	20 September 2011
				KR	10-2005-0098880	A	12 October 2005
				US	7250910	B2	31 July 2007
				WO	2004-070879	A1	19 August 2004
				WO	2004-070879	B1	11 November 2004
US	2020-0381830	A1	03 December 2020	CN	111656610	A	11 September 2020
				EP	3734761	A1	04 November 2020
				EP	3734761	A4	24 February 2021
				KR	10-2019-0090441	A	02 August 2019
				KR	10-2469571	B1	22 November 2022
				US	10985463	B2	20 April 2021
WO	2019-147049	A1	01 August 2019				
US	2021-0265723	A1	26 August 2021	KR	10-2020-0011120	A	03 February 2020
				KR	10-2469081	B1	23 November 2022
				US	11482776	B2	25 October 2022
				WO	2020-022656	A1	30 January 2020

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2022)

フロントページの続き

,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,D
K,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),O
A(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,B
B,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CV,CV,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI
,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IQ,IR,IS,IT,JM,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,
LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,
PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,V
N,WS,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 スワミナサン サンカラン
 アメリカ合衆国 7 5 0 1 3 テキサス州 アレン, エヴァーグレイズ ドライブ 1 0 3 7
F ターム (参考) 5J021 AB06 JA08
 5J046 AB06 AB11