(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5568302号
(P5568302)
(45)発行日　平成26年8月6日(2014.8.6)　(24)登録日　平成26年6月27日(2014.6.27)

(51)Int.Cl.　F I
G01J 1/02 (2006.01)　G01J 1/02 C

請求項の数 12 (全 11 頁)

(21)出願番号	特願2009-521960 (P2009-521960)
(86)(22)出願日	平成19年7月24日 (2007.7.24)
(65)公表番号	特表2009-544977 (P2009-544977A)
(43)公表日	平成21年12月17日 (2009.12.17)
(86)国際出願番号	PCT/US2007/074252
(87)国際公開番号	WO2008/130423
(87)国際公開日	平成20年10月30日 (2008.10.30)
審査請求日	平成22年7月20日 (2010.7.20)
(31)優先権主張番号	11/494,455
(32)優先日	平成18年7月28日 (2006.7.28)
(33)優先権主張国	米国(US)

(73)特許権者　505363341
ノースロップ　グラマン　システムズ　コーポレーション
アメリカ合衆国　ヴァージニア州　２２０４２，フォールスチャーチ，フェアヴュー　パーク　ドライヴ　２９８０
(74)代理人　100065248
弁理士　野河　信太郎
(72)発明者　ブルザー，ネイサン
アメリカ合衆国、メリーランド　２０８５２、ロックヴィル、モントローズ　ヴィレッジ　テラス　１２０２２

最終頁に続く

(54)【発明の名称】超高感度シリコンセンサーのための２段階トランス結合

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
電磁放射を受信するアンテナと、
検出段と熱浴段、及び検出段と熱浴段との間に位置する中間段を含む複数のセンサー段と、
アンテナにより受信された熱的放射を検出段に電気的に誘導結合する多段階トランスの組立部品とを備え、
前記検出段、前記中間段、及び前記熱浴段の上部本体部分が相互に分離しており、
前記アンテナは、前記熱浴段の上部本体部分の外表面に配置されたマイクロアンテナからなり、
前記熱浴段の上部本体部分は、前記熱浴段の底部部分の上に、前記アンテナに隣接する円形の空洞を含み、
前記検出段と中間段とが、前記円形の空洞の中に配置され、
前記検出段と前記中間段、および前記中間段と前記熱浴段とが、それぞれ、ブリッジ部材により接続され、
前記多段階トランスの組立部品は、２段階のトランス段からなり、
前記アンテナ近傍の熱浴段の前記上部本体部分の上に位置する第１トランス段の１次巻線と、
前記中間段の上に位置する第１トランス段の２次巻線と、
前記中間段の上に位置する第２トランス段の１次巻線と、

前記検出段の上に位置する第２トランス段の２次巻線とを含むことを特徴とするボロメータ型の熱的放射センサー。
【請求項２】
２段階のトランスの組立部品に結合された、少なくとも１つの容量素子を共振を与えるために付加的に含む請求項１のセンサー。
【請求項３】
前記少なくとも１つの容量素子は、アンテナと第１トランス段の１次巻線との間に直列に接続されたキャパシターからなる請求項２のセンサー。
【請求項４】
前記少なくとも１つの容量素子は、中間段に位置するトランス巻線の一つを空間的に交差して接続されたキャパシターからなる請求項２のセンサー。
【請求項５】
前記少なくとも１つの容量素子は、前記マイクロアンテナと第１トランス段の１次巻線との間で直列に接続されたキャパシターと、中間段に位置するトランス巻線の一つを空間的に交差して接続されたキャパシター素子とからなる請求項２のセンサー。
【請求項６】
第１及び第２の誘導素子を付加的に含み、第１トランス段の２次巻線は、前記第１及び第２の誘導素子によって第２トランス段の１次巻線の隣接する一対の端部にそれぞれ接続された一対の端部を含む請求項５のセンサー。
【請求項７】
熱浴段の前記上部本体部分に位置する前記空洞は円形の空所からなり、中間段は、中央の円形開口を含むほぼ環状の素子からなり、検出段は環状の中間段素子の前記中央の円形開口に位置するほぼ円形の素子からなる請求項６のセンサー。
【請求項８】
中間段の環状の素子と、検出段の円形の素子とが、熱浴段の上部本体部分にある空洞の前記円形の空所の中にあり、かつ共通の平面上に配置されている請求項７のセンサー。
【請求項９】
第１の環状の空間が、熱浴段の上部本体部分と中間段の環状部材との間に位置し、第２の環状の空間が、中間段の中央の円形開口と検出段の円形の部材との間に位置する請求項８のセンサー。
【請求項１０】
熱浴段の上部本体部分と中間段の環状部材とを接続する前記第１の環状の空間に位置する第１の組のブリッジ部材と、中間段の環状素子と検出段の円形素子とを接続する前記第２の環状の空間に位置する第２の組のブリッジ部材とを含み、隣接するセンサー段の間の平面外の歪を制限し、それぞれのセンサー段の間の相互の回転によるストレス及び／又は緊張を調整する請求項９のセンサー。
【請求項１１】
前記第１及び第２の組のブリッジ部材は、前記中間段と検出段とが配置される共通の平面に対して、垂直な方向に切断した切断面が、Ｉ字形である梁からなり、その切断面の上端部の幅と下端部の幅とが異なる請求項１０のセンサー。
【請求項１２】
前記第１の組のブリッジ部材は４つのブリッジ部材を含み、前記第２の組のブリッジ部材は２つのブリッジ部材を含む請求項１１のセンサー。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
政府の関心
米国政府は、米国陸軍研究開発技術本部（RDECOM）取得センターからの契約番号W911QX-04-C-00117に従って本発明に対する関心を有するものである。
【０００２】

関連出願への相互参照

本出願は、仮出願ではない出願番号11/239,275、公開番号2006-0076493 A1（ノースロップ　グラマン　参照番号000775-078）、名称”超高感度シリコンセンサーのためのセンサーインターフェースへの焦平面アンテナ”、出願日２００５年９月３０日；仮出願ではない出願番号11/239,297、公開番号2006-0081780 A1（ノースロップ　グラマン　参照番号000776-078）、名称”超高感度シリコンセンサー読み出し回路”、出願日２００５年９月３０日；仮出願ではない出願番号11/240,772、公開番号2006-0081781 A1（ノースロップ　グラマン　参照番号000800-078）、名称”高感度シリコンセンサー及び超高感度シリコンセンサーのためのテスト構造”、出願日２００５年１０月３日、及び、仮出願ではない出願番号11/302,229（ノースロップ　グラマン　参照番号001101-078）、名称”超高感度シリコンセンサーのためのI字形梁ブリッジ接続”、出願日２００５年１２月１４日に関係する。

【０００３】

関連技術への相互参照

本出願は、更に、米国特許番号6,489,615 、名称”超高感度シリコンセンサー”、発行日２００２年１２月３日、及び、米国特許番号7,064,328 、名称”超高感度シリコンセンサーミリメータ波の受動イメージャ”、発行日２００６年６月２０日に関連する。これらの特許のどちらも本発明の譲受人に譲渡されている。米国特許番号6,489,615 、及び、7,064,328は、いかなる及びあらゆる目的のために、更に、本出願への参照として組み入れられることを意図している。

【０００４】

本発明の技術分野

本出願は、一般的には、熱的放射を検出するためのボロメータ型の放射センサーに関し、更に詳しくは、マイクロアンテナと熱的放射検出器との間の改善された信号結合を含む超高感度シリコンセンサーに関する。

【０００５】

関連技術の説明

本技術においてはボロメータは技術的に良く知られたものであり、それは、熱的放射が吸収された時、電圧出力を発生する装置から構成される。これらの装置は、更に、電磁波スペクトルの長波赤外（LWIR）帯における赤外（IR）画像化のために成功裏に利用されていた。これらの装置を他の特定のスペクトル帯に拡張することは、過去においては相対的に困難だと分かっていた。しかしながら、この能力をミリメータ波（ｍｍ）及びテトラヘルツ波（THｚ）スペクトル帯に拡張する努力は現在も進行中であり、そのため、イメージャを、ｍｍ波、及び、テトラヘルツ波（THｚ）スペクトル帯にて動作させる必要性がある。そのような装置のための応用は、自国防衛の応用と同じく、たとえば、改良されたナビゲーション、目標認識、及び、検出のための多スペクトルの画像化を含む。そのような応用は、このボロメータ型の利用には、大いに有益であろう。

【０００６】

米国特許番号6,489,615には、検出段（detector stage）、中間段（intermediate stage）及び熱浴段（heat bath stage）を含み、
その中間段は検出段と熱浴段の間に位置している、３段の連結されたシリコンセンサーの構造が開示されている。中間段は、中間段と検出段にそれぞれ位置している電気的な閉ループを形成するように接続された一対の温度検出シリコンダイオードにより与えられる検出温度間の温度差に比例する熱を発生する増幅器を含む、電気―熱的フィードバック・ループの一部を構成する。増幅器によって与えられる熱は、検出段と中間段との間の温度差を積極的に零にするように作用し、検出段と中間段との間ではいかなる正味の熱の流れを無くすようにする。

【０００７】

関連出願番号11/239,275（ノースロップ　グラマン　参照番号000775-078）、名称”超高感度シリコンセンサーのためのセンサーインターフェースへの焦平面アンテナ”には

、３段に連結された半導体センサー及び３段階すなわち、検出段、中間段及び熱浴段を含む２段に連結された半導体センサーの構造が開示されている。２段に連結されたシリコンセンサーでは、検出段と中間段は相互に共面であり、上部部分は熱浴段部分の上に位置している。

【０００８】

関連出願番号11/302,229（ノースロップ　グラマン　参照番号001101-078）、名称”超高感度シリコンセンサーのためのI字形梁ブリッジ接続”には、検出段、中間段及び熱浴段の一部がお互いに共面を有し、平面の曲がりと歪みを防止しつつ、共面の回転を相互に許すように接続されている、２段に連結されたシリコンセンサーが開示されている。３段のセンサー段階の相互接続は、比較的幅広い高さと比較的狭い幅寸法を含むほぼ長方形の断面を有する、伸張したI字形梁のブリッジ部材で構成され、このブリッジ部材は、比較的幅広い高さ寸法が共面段階の共通平面とは垂直をなす一方、比較的狭い幅寸法が共面段階の共通平面の方向にあるように傾斜している。

【０００９】

要約

検出段、中間段及び熱浴段を含むボロメータ型の超高感度シリコンセンサーの改良を提供するのが、本発明の目的である。検出段、中間段及び熱浴段の一部がほぼ共面を有し、これらは共面の回転を相互に許すようにI字形梁のブリッジ部材により相互接続されている。２段階のトランスの組立部品を含ませることによって、マイクロアンテナと検出段との間に誘導的結合ができるため、マイクロアンテナと検出段との間の機械的及び電気的結合が改善される。この場合、１つのトランス段の１次巻線がマイクロアンテナの上に位置し、それの２次巻線と第２のトランス段の１次巻線が中間段部材の上に位置し、第２のトランスの２次巻線が、検出段部材の上に位置している。第１のトランスの２次巻線と第２のトランスの１次巻線とは、中間段部材の上に位置する一対の誘導素子によって結合されている。一対の容量素子が共振のために更に使用されており、第１の容量素子はマイクロアンテナと第１のトランス段の１次巻線と直列に結合され、第２の容量素子は、共に中間段部材の上に位置する、第１のトランス段の２次巻線と第２のトランス段の１次巻線の相互に結合された端部と交差して結合されている。更に頑丈な機械的構造を提供するため、マイクロアンテナのオーバーハングはかなり減少させる。

【００１０】

本発明の更なる応用範囲は、以下の詳細な説明により明確になるであろう。しかしながら、本発明の趣旨及び範囲に含まれる種々の変更や変形が、以下の詳細な説明により当業者には明白であることから、本発明の好適な実施例を示す詳細な説明や特別な例は、例示としてのみ示したものであることを理解すべきである。

【図面の簡単な説明】

【００１１】

本発明は、例示としてのみ示され、限定的な意味に考えるよう意図してはいない、添付する図面を参照して考察されると十分に理解される。ここで、

【図１】従来のボロメータ型のセンサーを一般的に示す電気的ブロック図である。

【図２】本発明に関係する超高感度シリコンセンサー・ミリメータ波の受動イメージャを示す断面図であり、検出段と中間段の上に設けられるマイクロアンテナを例示している。

【図３】関連技術として、検出段、中間段と熱浴段を機械的及び電気的に接続する”Ｉ”字形梁ブリッジの概念を示す上面図である。

【図４】図３に示す関連技術の超高感度シリコンセンサーの電気的な概要図である。

【図５】本発明の好適な実施例を示すボロメータ型のセンサーを示す断面図である。

【図６】図５に示す本発明の実施例を一般的に示し、熱浴段、中間段及び検出段の機械的及び電気的関係を示した上面図である。

【図７】図７A及び７Bは、図６に示すセンサーの熱浴段、中間段及び検出段を相互接続するために用いられるI字形梁のブリッジの２つの断面図である。

【図８】図５と６に示す本発明の実施例に関し使用されるマイクロアンテナの上面図であ

る。
【図９】図８に示すマイクロアンテナに接続されるトランス素子の詳細を示した図面である。
【図１０】図５と６に示す本発明の実施例を一般的に示す電気的な概要図である。
【図１１】図１０に示す概要図を更に例証する詳細な電気的な概要図である。
【図１２】本発明の動作を理解する上で有益な特性曲線を示すものである。
【図１３】本発明の動作を理解する上で有益な特性曲線を示すものである。
【発明を実施するための形態】
【００１２】
発明の詳細な説明
図面を参照すれば、同一の符号は同一の部品を示しており、特に図１を参照すると、上記した関連する米国特許第6,489,615号に開示された積極的な熱的分離を含む超高感度シリコンセンサー１０の実施例が示されている。ボロメータ１０は、アンテナ１２により熱型の電磁エネルギーを直接受信するもので、それは検出段（detector stage）１４、中間段（intermediate stage）１６及び熱浴段（heat bath stage）１８の３つの主たる段階を含む。２つの温度センサー２０と２２は、検出段と中間段１６のそれぞれ中ほどに位置しており、中間段１６に位置した増幅器２４に対し電気的な閉ループを形成するような接続関係で接続された一対の半導体ダイオードからなる。増幅器２４は、電気－熱フィードバックループに熱を発生し、検出段１４における温度T_Dと中間段１６における温度T_{IN}との間の温度差を零にするもので、これは、検出段１４と中間段１６を連結しているブリッジ部材G_{1A}とG_{1B}によって達成される。検出段の温度T_Dが変化した時、電気－熱フィードバックにより、中間段の温度T_{IN}は同じ量だけ変化させられる。もし、検出段１４が、中間段１６よりも高い（低い）温度であって、その温度差が熱を発生する増幅器２４で増幅される場合、温度センサー２０と２２の電気的な閉ループを形成するような電気的接続は、正の（負の）電圧信号を発生する。これらの結合の熱的伝導性は、検出段１４と中間段１６との温度差の減少に比例して減少する。また中間段１６は、一対のブリッジ部材G_{2A}とG_{2B}によって、熱浴段１８にも結合されていることが示されている。ブリッジ部材G_{2A}とG_{2B}を介して、熱浴段１８から与えられる一定の冷却と調整可能な熱でのパワーの組み合わせは、中間段により検出段の相反する温度追従を与える。
【００１３】
図２を参照すると、能動素子、すなわち、検出段１４、中間段１６と熱浴段１８の上部部分１７が共通の平面に配置されたボロメータ型のセンサー１０を構造的に示す断面図が示されている。検出段１４は、環状の中間段素子１６によって囲まれた固体回路検出素子からなる。検出段１４と中間段１６は、熱浴段１８の平坦な低部部分１９の上に位置している。熱浴段１８の上部部分１７は、共面の検出段１４と中間段１６が位置しているほぼ円形の空洞２８を含む。熱浴部分１７の上面の平らな表面２１は、アンテナ素子１２を配置するために使用され、熱的エネルギーを受信し能動的なセンサー段１４および１６と容易に統合できる受動素子からなっている。
【００１４】
センサー１０の３つの段階１４、１６と１８は典型的には、シリコンで製造されており、酸化物とニクロムでサンドイッチされた層からなるブリッジ部材を接続することによって相互接続される。製造温度とこれらの材料の異なる熱的膨張係数を仮定すると、これらの相違を調整する準備をしなければならない。このことは、図３に示しており、関連出願番号11/302,229（ノースロップ　グラマン　参照番号001101-078）、名称” 超高感度シリコンセンサーのためのI字形梁ブリッジ接続 ”に更に開示されている。
【００１５】
出願番号11/302,229に開示されているものは、検出段１４を中間段１６と接続し、かつ中間段１６を図２に示す熱浴段１８の上部部分１７とを接続する、４つの連結ブリッジG_{2A}、G_{2B}、G_{2C}　及びG_{2D}に接続するための２組の伸長された曲線のブリッジG_{1A}とG_{1B}からなる３段階１４、１６と１８のための相互接続されたブリッジ部材である。図３に示すセン

サー１０の典型的な実施例における検出段１４は直径約８μｍの円形の検出素子であり、中間段１６は約１０μｍの幅の環状の素子である。

【００１６】

接続ブリッジG_{1A}、G_{1B}、G_{2A}、G_{2B}、G_{2C}、及びG_{2D}は、センサー構造の物理的歪みを防止するI字形梁である。このセンサー構造では、もしこの梁がなければ、ストレスや緊張が引き起こした曲がりが、アンテナ素子１２に対して、検出段及び／又は中間段の平面外の歪や非平面化を生じさせる。そのようなことは、図示していない外部的状況からマイクロアンテナ１２（図２）により検出される信号を減少させる。更に、曲がりは、アンテナ１２を、分離されていることが前提とされる段階１４と１６と機械的な接触状態となるようにさせうる。

【００１７】

従って、２組の伸長された曲線のブリッジ部材G_{1A}、G_{1B}と、G_{2A}、・・・G_{2D}は、約０．０３μｍの厚さの薄いニクロム層に覆われた約２μｍの高さと０．２μｍの幅と測定される長方形の断面を有する。I字形梁のブリッジ素子を用いると、構造が平面外の動きに対し強化され、ブリッジ長さにおける収縮（ストレス）または拡張（緊張）は、中間段１６を介した検出段１４と熱浴段との間での相対的な回転として現される細い平面の長さの変化によって調整される。回転は、平面外の曲がりを生じさせることがなく、それ故、アンテナ１２、検出段１４及び中間段１６との間の必要な電気的結合と機械的分離を維持することができる。製造や温度変化もストレス及び／又は緊張を含むので、平面外の曲がりではなく、回転によるストレスや緊張を軽減する手段を設けることは、非常に重要である。製造技術により、ストレスや緊張を制御することは、非常に困難である。従って、回転による機械的な緩和のための手段を設けることは更に実用的なことである。

【００１８】

出願番号11/302,229（ノースロップ　グラマン　参照番号001101-078）に開示されたような関連技術においては、アンテナ構造１２は、実際は、図２に示すように横たわっている中間段１６及び検出段１４の上にオーバーハングしているマイクロアンテナからなる。実際の実施例では、オーバーハング部分は約１８μｍである。マイクロアンテナ１２を検出段１４と中間段１６の上部表面から分離する空間は、約１．５μｍである。熱的な分離を維持し、マイクロアンテナ１２と検出器１４との間に適当なAC結合を達成するためには、この小さな分離が必要である。

【００１９】

図２に示す関連技術のデバイスの製造において、マイクロアンテナ１２のオーバーハング部分は、製造している間、マイクロアンテナ１２の下の構造をキセノンデイフルオロライド（XeF2）エッチング剤から解放するために使用される、堀領域（trench area）と称される環状空間３０と３２を部分的に保護する。マイクロアンテナ１２によって与えられていた保護は、従来、マイクロアンテナ１２にある穴を切断することにより部分的に和らげられていた。そのような解決は、マイクロアンテナ１２の支持部材を弱め、マイクロアンテナ１２と、検出段１４及び／又は中間段１６との間の物理的な接触の可能性を増加させたため、理想以下であることが分かった。

【００２０】

更に図２に示すように、外側空間又は掘３０はマイクロアンテナ１２でマスクされている一方、内部空間又は堀３２はマイクロアンテナ１２でマスクされていない。図２に示すように、容量C_1は中間段１６に結合されている。図３では、容量C_1は、２次巻線L_2が検出段１４に位置する単一段トランス３４の１次巻線L_1と交差して結合していることが示されている。中間段１６と検出段１４との間の堀３２は、ブリッジ部材G_{1A}とG_{1B}を含み、図３に示すように、１次巻線L_1と２次巻線L_2との間に環状ギャップを与える。

【００２１】

更に図２と３に示す関連技術の実施例の電気的概要図を、図４に示す。ここで、E_Aは、マイクロアンテナ１２に現れる信号電圧に対応し、R_Aはそれに関係する電気抵抗である。容量C_1はマイクロアンテナ１２と１次巻線L_1に交差して結合していることが示されている

。１次巻線L_1は、抵抗R_Dを有する検出素子１４に接続された２次巻線L_2に電磁誘導的に結合している。

【００２２】

図５と６を参照すると、また、内部と外部の環状空間又は掘３０と３２をマスクされることを含む、図２と３に示す実施例に関連した内在する制限を、マイクロアンテナ１２から検出段１４へのAC結合を、単一トランスの信号結合から２段階トランスの信号結合へと変更することによって、最小化することができる。

【００２３】

図５と６においては、本発明の２段階トランスの実施例が示されており、それは、熱浴段素子（heat bath element）１８の上部部分１７に位置する１次巻線L_1を含む第１のトランス段からなり、この１次巻線L_1は、マイクロアンテナ１２と、空間（堀）３０によって分離された中間段（intermediate stage）１６の上に位置する２次巻線L_2とに接続されている。第２のトランス段は、中間段１６の上に位置する１次巻線L_5を含み、このトランス段は、検出段素子（detector element）１４の上に位置する２次巻線L_6と電磁誘導的に結合し、空間（堀）３２によってそれらとは分離されている。２つの巻線L_2とL_5は、例えば、図６に示されたような誘導子L_3とL_4によって、お互いに結合された隣接した対の端部を有する。

【００２４】

図６に示された２段階トランスの実施例においては、第１のトランス段は、第１のトランス段の１次巻線L_1と直列である容量C_1により、アンテナ１２と容量的に結合しており、容量C_2は、L_2とL_5の共通の接続点を交差して、誘導子L_3とL_4と結合している。

【００２５】

２段階トランスの構造はまた、図３に示した単一トランスの実施例にて示されたのと同様のI字形梁のブリッジを含み、図６に示すように、中間段１６を検出段（detector stage）１４に機械的に結合する２つの内部側I字形梁部材G_{1A}と$\underline{G_{1B}}$と、中間段１６を熱浴段（heat bath stage）１８の部分１７と機械的に結合する４つの外部側I字形梁部材G_{2A}、G_{2B}、G_{2C}、及びG_{2D}を含む。I字形梁部材G_{1A}・・・G_{2D}は、図７に示すように、頂上部と底部に１．５μm幅のつまみを有し、代表的には幅寸法１．１μmの本体部分３６を有する。あるいは、I字形梁のブリッジは、例えば、図７Bに示したような、幅が変化する本体部分３６を有してよく、この場合、頂上の幅は約１．１μmで、底部の幅は約０．７μmである。

【００２６】

図５と６に示した本発明の２段階トランスの実施例では、図２に示したマイクロアンテナ素子１２の中間段１６への実質的なオーバーハングを無くしている。

【００２７】

本発明によるマイクロアンテナ１２の実施例は図８に示しており、これは、図９に示したように、円形セグメント15_1、15_2、15_3及び15_4に終端し、サイズが増加するような角状の部分に沿って外側に拡張している４つのアーム13_1、13_2、13_3及び13_4からなる。

【００２８】

円形セグメント15_1と15_3の２つは、角状セグメント17_1と17_2を介して１次巻線L_1の端部に接続されている。この場合、セグメントの１つ、たとえば17_1は、図６に示す容量C_1を介し１次巻線L_1に接続されている。図９は、図６に示す２つのトランス巻線L_2とL_5を示したものであり、ここでは、第２の容量C_2は誘導子L_3とL_4の接続点に交差して、L_2およびL_5と結合している。

【００２９】

図８と図９は、マイクロアンテナ１２と、中間段１６と検出段１４の２段階トランス巻線の物理的配列を示し、図１０と図１１は、図５と図６に示した２段階トランス実施例のそれぞれ簡略な及び詳細な電気的な概要図を示したものである。

【００３０】

図１１の詳細な概要図は、巻線L_1が５つの巻線セグメントL_{1A},L_{1B},L_{1C}、L_{18}及びL_{19}からなることを示している。図１０のトランス巻線L_2は、３つの巻線セグメントL_{2A},L_{2B}及びL_{2C}からなるものとして、図１１に示している。図１０の誘導子L_3とL_4は、容量C_2がそこに接続されている回路節点３８と４０にて、巻線L_2に結合されている単一の素子からなるものとして、図１１に示す。図１０の内部トランス巻線L_5は、３つの巻線セグメントL_{5A},L_{5B}及びL_{5C}からなるものとして、図１１に示す。図１０の第２のトランス段の第２の巻線L_6は、検出器１４の抵抗R_Dに全て直列に接続されている、３つのセグメントL_{6A},L_{6B}及びL_{6C}からなるものとして示す。

【００３１】

図１１は、第１の段のトランス巻線L_1の３つのセグメント、すなわち、L_{1A},L_{1B}及びL_{1C}が、M_{15}、M_{12}及びM_{16}を介し巻線L_{5A},L_{2A}及びL_{6C}に相互に結合されている事実を更に図示している。更に、巻線L_{2B}は、M_{26}を介し巻線L_{6B}に相互に結合されている。L_3とL_4と同様に、相互結合M_{25}とM_{34}が、トランスセグメントL_{2C}とL_{5C}との間にも確立されている。最後に、相互結合M_{56}が、２次巻線L_{6A}と１次巻線部分L_{5B}との間にも確立されている。

【００３２】

図５と図６に示した２段階トランスの構造の入力インピーダンスと結合効率は、比較的幅広いものである。更に、開始周波数は、図１０と図１１に示した容量C_2の値を変化することによって変えることができる。

【００３３】

２段階トランスの構造は、更に、マイクロアンテナ１２の抵抗に一致するように検出段１４の抵抗を増加させる手段を備える。２段階での抵抗増加において、回路の“Ｑ”値は減少し、そのことによって、動作バンド幅を最大にすることとなる。更に追加して、マイクロ波の入力節点での並列共振が、直列共振回路となる。第１及び第２のトランス段との間の磁気的結合も必要となる。

【００３４】

図１２と図１３に示された特性曲線を参照すると、図１２は、周波数の関数としての入力インピーダンスを示す特性曲線であり、図１３は、マイクロアンテナ１２と、検出段１４の抵抗R_Dからなる負荷との間のパワー転送効率の特性曲線を示している。図１２と図１３とを比較すれば、相対的に一定なパワー結合効率が、１５ＧＨｚ以上の非常に広いバンド幅に亘って達成可能であることが示されている。

【００３５】

以上に示し、説明してきたことは、２段階トランス結合の配置を実施することによる超高感度シリコンセンサーにおける改良である。これは、マイクロ波アンテナのオーバーハングを実質的に排除する故に、更に頑丈な機械的構造となる。更に、２段階トランスの実施例は、検出段１４、中間段１６及び熱浴段１８に最適の空間を与える。また、上記したように、非常に低い“Ｑ”値の回路が達成でき、そのことで、最適のインピーダンス結合と、マイクロアンテナ１２と検出段１４とのパワー結合を持った広い動作バンド幅を提供することとなる。

【００３６】

以上のように、現在、本発明の好適な実施例と考えられるものを示し説明してきたが、上記の詳細と説明は単に本発明の原理を示したものとして認識すべきである。かくて、当業者にとっては、ここでは明白には説明し示さなかったが、本発明の原理を具体化しそれ故本発明の趣旨と範囲に含まれる、種々の配置を実現することが可能であると理解されるべきである。

【図１】

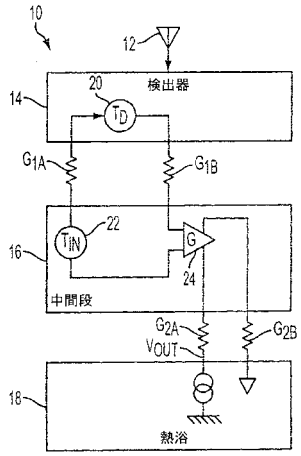


図１
関連技術

【図２】

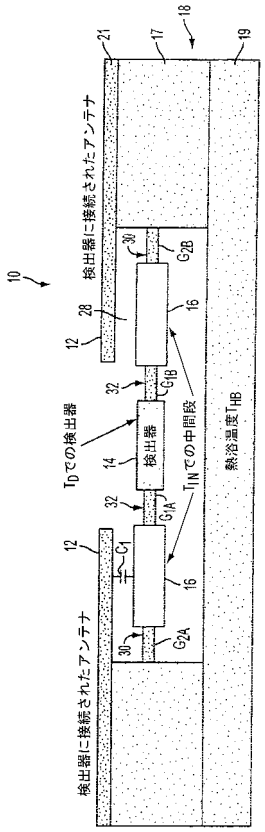


図２
関連技術

【図３】

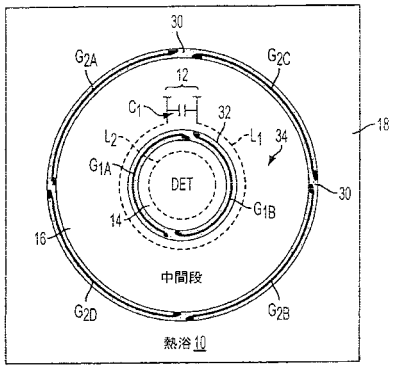


図３
関連技術

【図４】

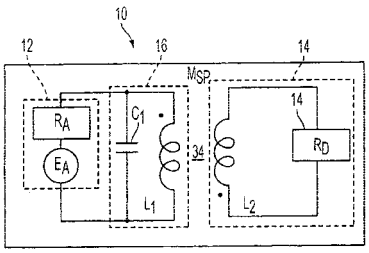


図４
関連技術

【図５】

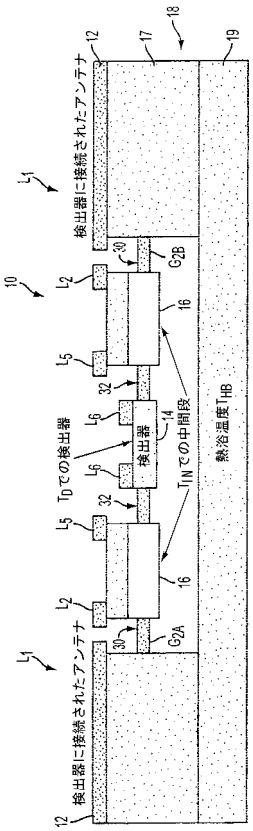


図５

【図６】

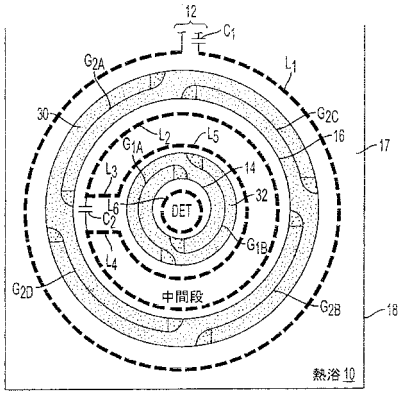


図６

【図７】

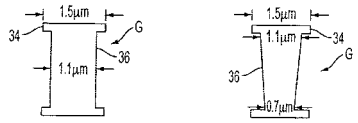


図７Ａ　図７Ｂ

【図８】

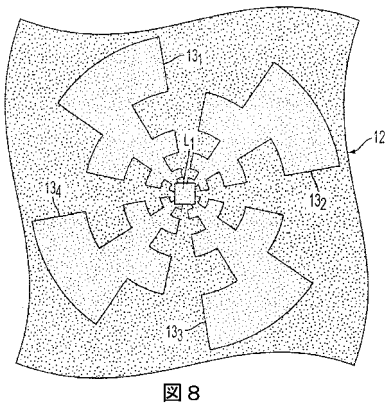


図８

【図９】

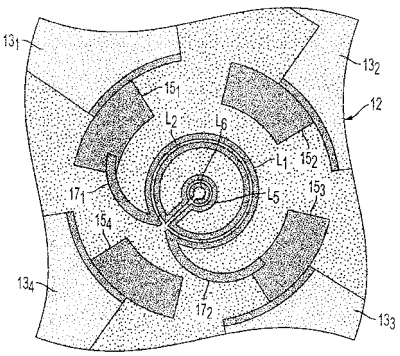


図９

【図１０】

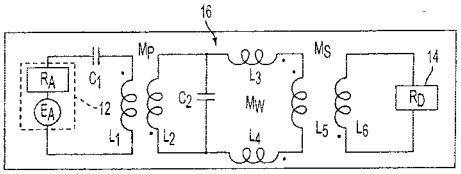


図１０

【図１１】

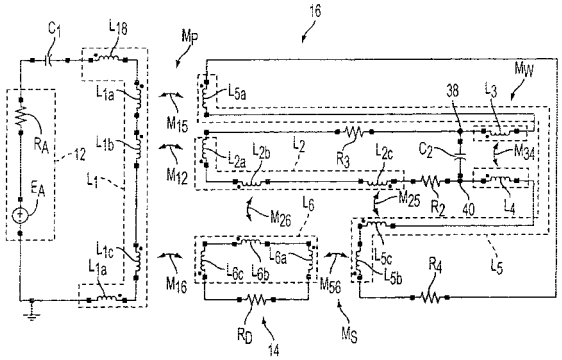


図１１

【図１２】

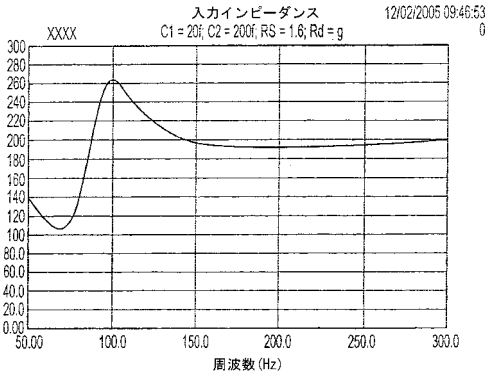


図１２

【図１３】

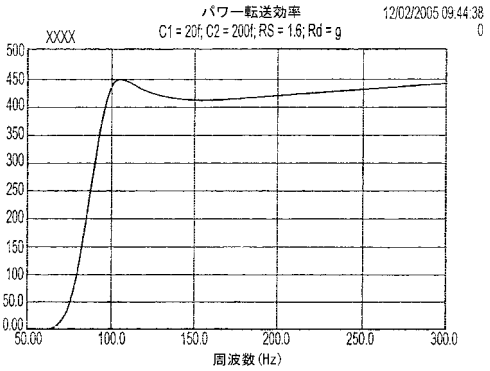


図１３

フロントページの続き

(72)発明者　ハームズ，ディヴィッド，シー.
アメリカ合衆国、メリーランド　２１１２２、パサデナ、リバーサイド　ドライブ　４６５

審査官　平田　佳規

(56)参考文献　米国特許出願公開第２００６／００７６４９３（ＵＳ，Ａ１）
特開２００５－０４３０９６（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－２３９７０８（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０１Ｊ　１／０２
Ｇ０１Ｊ　１／４２
Ｇ０１Ｊ　５／０２
Ｇ０１Ｊ　５／２０－　５／２６
Ｇ０１Ｊ　５／４８
Ｇ０１Ｋ　７／２２－　７／２４
Ｈ０１Ｃ　７／０２－　７／２２
Ｈ０１Ｌ　２７／１４－　２７／１４８
Ｈ０１Ｌ　３１／００－　３１／０２３２
Ｈ０１Ｌ　３１／０８－　３１／０９
Ｈ０１Ｌ　３７／００