

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2009-526988  
(P2009-526988A)

(43) 公表日 平成21年7月23日(2009.7.23)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
GO 1 S 7/285 (2006.01)		GO 1 S 7/285	Z	5 J 0 7 0
GO 1 S 13/89 (2006.01)		GO 1 S 13/89		
GO 1 S 7/282 (2006.01)		GO 1 S 7/282	Z	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 33 頁)

(21) 出願番号 特願2008-554849 (P2008-554849)  
 (86) (22) 出願日 平成19年2月16日 (2007.2.16)  
 (85) 翻訳文提出日 平成20年10月14日 (2008.10.14)  
 (86) 国際出願番号 PCT/GB2007/000557  
 (87) 国際公開番号 W02007/093814  
 (87) 国際公開日 平成19年8月23日 (2007.8.23)  
 (31) 優先権主張番号 0603193.4  
 (32) 優先日 平成18年2月16日 (2006.2.16)  
 (33) 優先権主張国 英国 (GB)

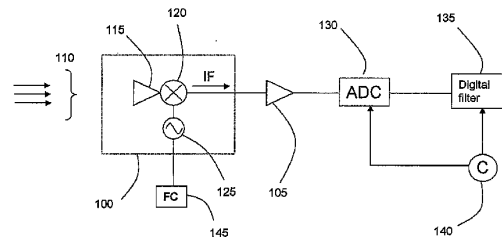
(71) 出願人 507394983  
 スルビジョン リミティド  
 イギリス国, オックスフォードシャー オー  
 エックス14 4 エスエー, アピンドン  
 , ミルトン パーク, セントラル 127  
 , ナンバー 18  
 (74) 代理人 100099759  
 弁理士 青木 篤  
 (74) 代理人 100092624  
 弁理士 鶴田 準一  
 (74) 代理人 100122965  
 弁理士 水谷 好男  
 (74) 代理人 100135976  
 弁理士 宮本 哲夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 検出方法と検出装置

(57) 【要約】

テラヘルツ輻射検出システムにおいて、複数の調波送信機 / 受信機からなるアレイを視野を横断して走査させることができる。不平衡ショットキー・ダイオード対をヘテロダイン受信機のミキサの中で用いることにより、その受信機を送信機に変換し、局所発振器の偶数調波の位置でテラヘルツ輻射を発生させることができる。その送信機と受信機の中で周波数が異なる局所発振器を用いることにより、その受信機は発生した輻射を検出することができる。別の構成では、送信機の局所発振器は、受信機と同じ周波数を持っていてもよいが、直接に、または単に送信機が視野を横断して走査された結果として変調されていては、直接に変調される場合には、振幅変調または周波数変調が可能であり、これらには異なる利点がある。ショットキー・ダイオード対に対する電氣的バイアスをオンとオフにすることにより、受信機を送信機の機能と受信機の機能の間で切り換えることができる。本発明の実施態様には、出力の信号対雑音比が大きいことと、IF出力の狭い帯域幅処理を利用していることというさらなる利点がある。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

輻射を標的に向けて送信する送信機と、その送信機から送信された輻射を標的から受信する受信機とを備える電磁輻射検出システムであって、前記送信機と前記受信機が、それぞれ、

i) 局所供給源から供給される信号のための入力と；

ii) 前記局所供給源から供給されるその信号を利用して信号を発生させるとともに、局所供給源とは異なる少なくとも1つの周波数を有するミクサとを備えていて、

使用中に、受信した前記輻射を、前記受信機により、その受信機の局所供給源から供給される信号に基づく信号と混合し、前記標的と関係して中間周波数特性を有する検出信号を発生させるシステム。

10

## 【請求項 2】

前記送信機と前記受信機が同じ局所供給源を共有している、請求項1に記載のシステム。

## 【請求項 3】

前記送信機の局所供給源と前記受信機の局所供給源は互いに周波数の差を有しており、その周波数のうちの少なくとも1つの調波を受信機のミクサの中で混合して中間周波数を発生させる、請求項1に記載のシステム。

## 【請求項 4】

前記周波数の差を変化させる周波数制御が用意されている、請求項3に記載のシステム。

20

## 【請求項 5】

前記送信機と前記受信機が使用中は互換性を有し、それぞれ、他方が送信した輻射の受信機として機能する、請求項1~4のいずれか1項に記載のシステム。

## 【請求項 6】

少なくとも1つの局所供給源の信号を変調する少なくとも1つの変調器をさらに備える、請求項1~5のいずれか1項に記載のシステム。

## 【請求項 7】

前記少なくとも1つの変調器のうちの1つの変調器が振幅を変調させる、請求項6に記載のシステム。

30

## 【請求項 8】

前記少なくとも1つの変調器のうちの1つの変調器が周波数または位相を変調させる、請求項6または7に記載のシステム。

## 【請求項 9】

変調のレベルを制御する変調制御が用意されている、請求項6~8のいずれか1項に記載のシステム。

## 【請求項 10】

前記送信機の局所供給源と前記受信機の局所供給源が、同じ周波数または実質的に同じ周波数に固定されている、請求項6~9のいずれか1項に記載のシステム。

## 【請求項 11】

送信された前記輻射の波長特性が、センチメートル~サブミリメートルの範囲にある、請求項1~10のいずれか1項に記載のシステム。

40

## 【請求項 12】

送信された前記輻射がテラヘルツ輻射を含む、請求項11に記載のシステム。

## 【請求項 13】

前記送信機のミクサが、逆並列ダイオード対を備える、請求項1~12のいずれか1項に記載のシステム。

## 【請求項 14】

前記ダイオード対が本質的に不平衡である、請求項13に記載のシステム。

## 【請求項 15】

50

前記ダイオード対に、そのダイオード間の平衡の程度を変化させる電氣的バイアスが供給される、請求項13に記載のシステム。

【請求項16】

前記受信機に、検出信号を分割して少なくとも2つの別々の検出経路をたどらせる信号スプリッタが設けられている、請求項1～15のいずれか1項に記載のシステム。

【請求項17】

前記信号スプリッタが、前記検出信号を、異なる周波数特性を有する2つの検出信号に分割できる、請求項16に記載のシステム。

【請求項18】

前記異なる周波数特性に、第1の閾値周波数よりも小さい周波数と、第2の閾値周波数よりも大きい周波数が含まれる、請求項17に記載のシステム。

10

【請求項19】

前記送信機および/または前記受信機の少なくとも1つの特性を制御するモード制御がさらに用意されていて、使用中にシステムを能動モードと受動モードの間で切り換えることができ、能動モードでは、前記送信機が前記輻射を前記標的に向けて送信し、前記受信機がそれを受信して前記検出信号を発生させ、受動モードでは、前記受信機が、送信された輻射を受信し混合して前記検出信号を発生させることを少なくとも実質的に停止する、請求項1～18のいずれか1項に記載のシステム。

【請求項20】

前記モード制御が、前記送信機のパワーをオンとオフの間で切り換えるスイッチを備える、請求項19に記載のシステム。

20

【請求項21】

前記送信機のミクサが逆並列ダイオード対を備えていて、そのダイオードに、そのダイオード間の平衡の程度を変化させる電氣的バイアスが供給され、前記モード制御が、電氣的バイアスの程度を変化させることができる、請求項19または20に記載のシステム。

【請求項22】

前記受信機のミクサが逆並列ダイオード対を備えていて、そのダイオードに、そのダイオード間の平衡の程度を変化させる電氣的バイアスが供給され、前記モード制御が、電氣的バイアスの程度を変化させることができる、請求項19～21のいずれか1項に記載のシステム。

30

【請求項23】

各ミクサが低調波(sub-harmonic)ミクサを備える、請求項1～22のいずれか1項に記載のシステム。

【請求項24】

受信した輻射に対するシステムの最大応答を制限する検出信号制限器をさらに備える、請求項1～23のいずれか1項に記載のシステム。

【請求項25】

請求項1～24のいずれか1項に記載のシステムで使用するため、

i) 局所供給源から供給される信号のための入力と；

ii) 少なくとも一部が前記局所供給源から供給される前記信号に基づいた信号を発生させる逆並列ダイオード対を備えるミクサと；

40

iii) 前記ダイオードのうちの少なくとも一方に電氣的バイアスを供給し、そのダイオード間の平衡を制御する電氣的バイアス入力と；

iv) 前記電氣的バイアスのレベルを制御して前記平衡を制御し、そのことによって発生した前記信号の周波数の内容を制御する電氣的バイアス制御とを備える送信機/受信機。

【請求項26】

前記局所供給源から供給される信号を変調する変調器をさらに備える、請求項25に記載の送信機/受信機。

【請求項27】

発生した前記信号の波長特性が、1センチメートル～サブミリメートルの範囲にある、

50

請求項25または26に記載の送信機 / 受信機。

【請求項 28】

発生した前記信号がテラヘルツ輻射を含む、請求項27に記載の送信機 / 受信機。

【請求項 29】

請求項25～28のいずれか1項に記載の少なくとも2つの送信機 / 受信機からなるアレイを含んでいて、各電氣的バイアス制御が、1つの送信機 / 受信機のダイオードを平衡状態と不平衡状態の間で切り換える構成にされている電磁輻射検出システム。

【請求項 30】

i) 輻射を標的に向けて送信する少なくとも1つの送信機と；

ii) 前記送信機から送信された輻射を前記標的から受信する少なくとも1つの受信機と

10

；

iii) 前記標的を走査するスキャナーとを備えていて、

そのスキャナーが、前記少なくとも1つの送信機と前記少なくとも1つの受信機を前記標的と同期して走査する構成にされている走査電磁輻射検出システム。

【請求項 31】

i) 輻射を標的に向けて送信する少なくとも1つの送信機と；

ii) 前記送信機から送信された輻射を前記標的から受信する少なくとも1つの受信機のアレイとを備えていて、

送信された前記輻射が2つ以上の離散周波数を有する電磁輻射検出システム。

【請求項 32】

20

1つ以上の送信機を備えていて、異なる離散周波数が個々の送信機から送信される、請求項31に記載のシステム。

【請求項 33】

送信された前記輻射の波長特性が、1センチメートル～サブミリメートルの範囲にある、請求項29～32のいずれか1項に記載のシステム。

【請求項 34】

送信された前記輻射がテラヘルツ輻射を含む、請求項33に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

本発明は、1センチメートル～サブミリメートルの範囲の波長の電磁スペクトルを用いて物体を検出するのに利用される検出方法と検出装置に関するものであり、特に、局部発振器を用いて信号（例えば画像信号）を検出するための構成に関するが、これだけに限定されるわけではない。

【背景技術】

【0002】

本発明の実施態様は電磁スペクトルのマイクロ波からテラヘルツ領域に関係する。しかしテラヘルツ領域は、多くの用途にとって、小さなシステムで高い解像度が得られるという特別な利点を有する。テラヘルツ領域で動作する本発明の特別な実施態様を以下に記述する。この文脈における“テラヘルツ”は、1ミリメートル～サブミリメートルの範囲の波長の電磁スペクトルを意味する。

40

【0003】

局部発振器を用いる構成には、例えばスーパーヘテロダイン検出、ヘテロダイン検出、ホモダイン検出、直接IF（“中間周波数”）検出と、増幅器が再生ミクサまたは自己発振ミクサとして構成された検出のための直接増幅の利用が含まれる。本発明の実施態様は、スーパーヘテロダイン調波ミクサとヘテロダイン調波ミクサに特に適しており、平衡調波ミクサ（例えば低調波（sub-harmonic）ミクサ）にはより一層適している。

【0004】

（1センチメートル～サブミリメートルの範囲の波長におけるヘテロダイン検出では、局部発振器の周波数が検出される入力信号に対してシフトするのに対し、ホモダイン検出

50

では周波数は同じである。)

【0005】

上記の範囲は、この明細書では、一般にテラヘルツ・スペクトルと呼ぶ。テラヘルツ輻射は、イメージングやそれ以外の目的にとって有用なツールであることがわかっている。なぜならいくつかの材料は、可視スペクトルでは不透明だがテラヘルツ輻射に対しては透明だからである。そのためこれらの材料をテラヘルツ輻射を用いて“透視”できるが、可視光の輻射を利用してもそれは不可能である。例えば地表のイメージングでテラヘルツの波長を用いて大気を透過し、(例えば飛行や自動車の運転のために)悪天候時の可視性を向上させる。いくつかの材料はテラヘルツ輻射によって識別することができる。なぜなら透過率または反射率が異なるからである。このことは例えば食品または化学成分の検出に利用されてきた。さらに、物体そのもの(人体も含む)はテラヘルツ輻射を放射することができる。このことは例えば医学で皮膚がんの検出に利用されてきた。衣服は一般にテラヘルツ輻射に対して透明だが武器はそうでないため、別の用途は、人が隠し持った武器の検出であった。

10

【0006】

テラヘルツ・スペクトルを利用して物体のイメージングを行なうためのカメラが知られている。例えば1つの構成が、欧州宇宙機関の名称による国際特許出願WO 2004/038854に記載されている。この構成では、カメラは二重バンクにしたホーン・アンテナに基づいており、使用中はそれぞれのアンテナがテラヘルツ輻射をピックアップしてそれを混合し、局部発振器を用いて中間周波数信号を抽出する。公知のこのヘテロダイン技術により、そうでない場合に必要とされるよりも小さな検出器をテラヘルツ領域で室温にて用いることが可能になるため、より高い解像度がサポートされる。

20

【0007】

能動テラヘルツ・イメージングまたは受動テラヘルツ・イメージングのいずれかを利用することができる。能動イメージングでは、テラヘルツ供給源を用いて物体または視野を照射する。受動イメージングでは、輻射源はなく、物体または視野からのテラヘルツ輻射を単に受け取るテラヘルツ検出方式である。これは、例えば、輻射がそこで反射されるから、および/または物体または視野そのものが輻射源であるから可能になる。

【0008】

受動イメージング・システムは、いくつかの用途(例えば人体のイメージング)で利点を有する。なぜならこのシステムの利用によって物理的な害が発生する可能性はないからである。しかし受動イメージングでは信号対雑音比が比較的小さいため、画像を構築する速度が能動イメージング・システムと比べて制限される傾向がある。したがって能動システムを実現するほうが好ましかろう。こうするとはるかに広いダイナミック・レンジを提供できるため、調べる対象の範囲を広げられるが、スペクトルのテラヘルツ領域では必ずしも利用できない大きな電力レベルが要求される可能性がある。

30

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の実施態様の第1の特徴によれば、輻射を標的に向けて送信する送信機と、その送信機から送信された輻射を標的から受信する受信機とを備える電磁輻射検出システムであって、送信機と受信機が、それぞれ、

40

i) 局所供給源から供給される信号のための入力と;

ii) 局所供給源から供給されるその信号を利用して信号を発生させるとともに、局所供給源とは異なる少なくとも1つの周波数を有するミクサとを備えていて、

使用中に、受信した輻射を、受信機により、その受信機の局所供給源から供給される信号に基づく信号と混合し、標的と関係していて中間周波数特性を有する検出信号を発生させるシステムが提供される。

【0010】

標的は、受信機のアパーチャと関係する視野の中にあり、検出信号は、例えばその視野

50

の中にある物体を検出すること、および/またはその視野の一部または全体からなる画像を形成することに使用できよう。

【0011】

本発明の実施態様は、上記のように送信機と受信機からなるアレイとして構成することができる。その場合、送信機と受信機は全体的な構成は同じだが、視野を照射するのに1つ以上を使用し、その視野に関係する画像信号を形成するのに1つ以上を使用する。

【0012】

受信機のミクサがイメージングで利用される中間周波数を提供するためには、受信した輻射が、視野からの情報を含む周波数特性を持つ必要がある。その周波数特性は、ミクサの中に存在する周波数特性に近いが、その周波数特性とは異なっている。例えば差は40GHzになる可能性があるが、それよりもはるかに小さいことが好ましい。周波数の差は、2つ以上の理由で生じる可能性がある。例えば受信した輻射を発生させる元になった送信機の局部供給源から提供される信号は、受信機の局部供給源から提供される信号とは異なる周波数特性を持つことができる。あるいはこれら2つの局部供給源は同じだが、視野から受信する輻射が、変化するため検出可能な非常に低周波数の信号成分を含んでいる場合がある。例えば変化は、視野の中にある物体が運動してドップラー・シフトを引き起こすために生じたり、振幅を変化させるために視野を走査した結果として生じたりする可能性がある。第3のタイプの構成では、局部供給源の1つを変調させることができよう。

【0013】

本発明の実施態様で利用できる受信機の便利な1つの形態は、低調波(sub-harmonic)受信機である。低調波受信機では、受信した輻射を、受信機の局部供給源が発生させる信号と混合し、周波数応答を生じさせる。その周波数応答には、その局部供給源からの信号の1つ以上の調波に加え、その1つ以上の調波の側波帯が含まれる。これら側波帯は中間周波数("1F")特性を提供する。その中間周波数特性は、低域変換すること、フィルタリングすること、増幅すること、検出またはイメージングに使用することができる。

【0014】

この形態の受信機は、本発明の実施態様では送信機としても利用できる。これは、送信機内と受信機内のミクサの周波数応答に依存する。公知の低調波受信機では、周波数応答は、側波帯(すなわちミキシング)を示す傾向だけでなく、局所供給源からの信号の調波の位置で信号を発生させる傾向もある。この公知の構成において1F信号の抽出を容易にするため、偶数調波での信号の発生を抑制し、偶数調波でのミキシングに起因する側波帯を残すだけにする。この信号発生を抑制するのに多くの研究がなされてきた。例えばミクサとして平衡ダイオードが使用される。その後、偶数調波の位置にある側波帯を低域変換するのは容易であり、次いでフィルタリングして1F出力となる。

【0015】

しかし本発明の実施態様では、視野を検出するのではなく照射するためには、輻射検出器の周波数応答の以前は望ましくなかった特性を利用することが可能かつ有利であることがわかった。別の検出器を受信機として利用することができる。すると検出プロセスを著しく改善することが可能になる。本発明の実施態様では、従来のように全体構造が低調波受信機と同じ送信機の中で偶数調波において信号を発生させるため、それを利用して視野を照射する。視野によって輻射に情報が刻印されると、受信機でその輻射を混合して側波帯を発生させることができるのであれば、その輻射を1F信号として検出し、適切にフィルタリングすることで、標的の検出または視野のイメージングに利用することができる。したがって以前は望ましくなかった周波数特性が“他の方向”で利用されて視野に向かつて放射され、異なる受信機によって検出される。したがって放射する“検出器”は代わりに“調波送信機(harmonic transmitter)”として利用される。

【0016】

本発明の第1の特徴による一実施態様では、上記の調波送信機を調波受信機とともに用いるとよい。そのそれぞれにおいて、調波受信機での利用に関して知られているようにして一対のダイオードを用いることにより、送信機と受信機の一方または両方を、送信に適

10

20

30

40

50

した挙動と受信に適した挙動の間で切り換えることが可能になる。これが可能なのは、例えば電氣的バイアス（電圧または電流）を印加することによって一对のダイオードの間の平衡を制御できるからである。次に、偶数調波での信号の発生を制御する制御装置を電氣的バイアスを利用して実現することができ、したがって送信機/受信機が、視野の照射に適しているかどうかや、視野から入ってくる輻射の検出に用いるのに適しているかがわかる。

【0017】

したがって本発明の第1の特徴による実施態様では、送信機と受信機的一方または両方はさらに、例えば局部供給源によって供給される信号の1つ以上の偶数調波の位置における信号の発生を制御する制御装置を備えることができる。特に、送信機または受信機のミキサは一对のダイオードを備えることができ、制御装置は、その一对のダイオードと関係する平衡制御（例えば制御可能な電氣的バイアス）を備えることができる。このような構成により、さまざまな方法で適用できる電氣的制御が提供される。例えば単なる手動オン/オフ制御がなされたり、所定の方式に従うリアル・タイムの条件に応答した電子制御が可能だったりする。

10

【0018】

信号の発生を制御する制御装置を有する1つ以上の送信機を備えたイメージング・システムは、能動モードで使用して送信機によって輻射を視野に向けて放射すること、または受動モードで使用して視野から輻射を受け取るだけに行うことができる。システムが受動モードのときには、場合によっては送信機を検出器として使用できる。したがって制御装置によって能動的な挙動と受動的な挙動を切り換えるモード制御が可能になる。

20

【0019】

実際には、各送信機は、送信時に同時に受信機として機能することができる。

【0020】

能動輻射を利用する公知のシステムでは、一般に、全視野が投光照射される。そのためには、テラヘルツ領域では通常は利用できない大量の電力が必要とされる可能性がある。送信機/受信機のアレイを利用する本発明の実施態様では、視野に向けて放射された輻射の経路と、視野から戻ってきて受け取る輻射の経路は、実質的に平行であり、各受信機は、一般に、1つの送信機または少数の送信機から発生した輻射だけを受け取る。ある瞬間に視野のうちでどれか1つ以上の受信機によって検出できる部分だけを照射する必要がある。したがって送信されるパワーを著しく減らすことができる。

30

【0021】

スーパーヘテロダイン、ヘテロダイン、ホモダイン、ゼロIF、自己発振ミキシング形態のいずれかを利用して動作する送信機/受信機を用いることにより、100dBのオーダーのダイナミック・レンジと信号対雑音比（“SNR”）を達成できる。すると極めて少ない送信パワーを用いることが可能になる。例えば送信パワーは、自然に起こるバックグラウンドの電磁輻射よりも少なくできる可能性がある。この明細書ではやはり“能動的照射”または“能動モード”などの用語を用いてこのことに言及しているが、“能動”システムは、実際には、“受動”と考えられるシステム（例えば室温での身体）に存在するパワーよりも少ない送信パワーを持てることを心に留めておく必要がある。“能動”という用語は、1つまたは複数の送信機で生成されて視野に向けられる出力が存在することだけを意味する。したがってその出力は一般に既知の特性を持ち、検出することができる。本発明の実施態様において1つまたは複数の送信機で生成される能動照射は、例えば、バックグラウンド輻射から区別できる狭い帯域の1つまたは一群の信号を提供することができる。実際、この技術分野と以下に説明する本発明の実施態様で使用される送信機は、単一の離散サイン波を含む狭い帯域の信号を発生させることができる。

40

【0022】

本発明の第2の特徴の実施態様によれば、上に説明したシステムで使用するため、

i) 局所供給源から供給される信号のための入力と；

ii) 少なくとも一部が局所供給源から供給される前記信号に基づいた信号を発生させる

50

逆並列ダイオード対を備えるミクサと；

iii) ダイオードのうちの少なくとも一方に電氣的バイアスを供給し、そのダイオード間の平衡を制御する電氣的バイアス入力と；

iv) 電氣的バイアスのレベルを制御して平衡を制御し、そのことによって発生した前記信号の周波数の内容を制御する電氣的バイアス制御とを備える送信機/受信機が提供される。

【0023】

それぞれの電氣的バイアス制御は、ダイオードを平衡状態と不平衡状態の間で切り換える構成にすることができ、そのどちらかの状態において、送信機/受信機は、それぞれ、局所供給源によって生成された信号の偶数調波を抑制または発生させるために受信モードまたは送信モードで作動する。したがって電氣的バイアス制御は、能動モードと受動モードの間で切り換えるためのモード制御を提供することができる。

10

【0024】

本発明の一実施態様には、逆並列ショットキー・ダイオードが組み込まれた低調波ヘテロダイン・ミクサに基づいていて、受信能力も同時に有する送信機が含まれよう。低調波ミクサには、ミキシング・プロセスにおいて周波数が何倍かされて（例えば2倍）より高次の調波になる局所供給源が設けられている。その結果、局所供給源は、受信機が検出する予定の周波数の半分（または他の適切な分数値）で駆動することができる。逆並列ショットキー・ダイオードが組み込まれた低調波ミクサは、電子的に制御されるシステムにおいて検出と送信を同時に行なう1つの優れた方法を提供する。

20

【0025】

本発明の実施態様で用いるのに適したダイオードは、以下の刊行物に記載されている：「ミリメートル波長のためのエアブリッジを備えるガラス補強GaAsビーム・リード・ショットキー・ダイオード」、Electronics Letters、1984年9月13日、第20巻、19号、787ページ。

【0026】

別の構成では、受信機/送信機の能動素子として、逆並列ショットキー・ダイオードが組み込まれたスーパーヘテロダイン低調波ミクサも使用することができよう。しかしそのためにはいくらか特別な低雑音増幅器が必要とされる。

【0027】

本発明の実施態様の第3の特徴によれば、

i) 輻射を標的に向けて送信する少なくとも1つの送信機と；

ii) 送信機から送信された輻射を標的から受信する少なくとも1つの受信機と；

iii) 標的を走査するスキャナーとを備えていて、

そのスキャナーが、少なくとも1つの送信機と少なくとも1つの受信機を標的と同期して走査する構成にされている走査電磁輻射検出システムが提供される。

30

【0028】

例えばその少なくとも1つの送信機とその少なくとも1つの受信機は、送信機と受信機からなるアレイの中に存在することができ、スキャナーは、例えばそのアレイを移動させて標的を走査すること、または光路を規定する要素（例えば鏡）を制御し、アレイに対して標的を走査することができる。使用に適すると思われる走査の構成は公知である。その一例は、ThruVision Limitedの名称でなされた同時係属中のイギリス国特許出願GB0511209.9に記載されているものである。

40

【0029】

その少なくとも1つの送信機をその少なくとも1つの受信機と同期させて走査することにより、視野を照射するのに必要なパワー・レベルは、視野全体を十分に照射するのに用いる公知の構成と比べてはるかに少なくなる。

【0030】

走査電磁輻射検出システムには、送信機によって送信される輻射を変調させて受信機で検出できるようにする変調器がさらに含まれていることが好ましい。さまざまな方法で変

50



調して検出システムの利用度を向上させることができる。例えば変調によって移動する標的を追跡すること（その中にその速度の測定も含まれる）が可能になる。

【0031】

その少なくとも1つの送信機とその少なくとも1つの受信機が、局所供給源の1つの周波数と受信した輻射を混合して1つの周波数応答を発生させるミクサの使用に基づいている場合には、送信機によって生成される照射用輻射の変調を利用し、受信機の周波数応答の中に比較的正確に予測できる1つ以上の周波数を発生させることができる。これは、受信機の中で著しく狭い帯域幅を適用できるように受信機内の信号対雑音比が顕著に改善されることを意味する。

【0032】

本発明の実施態様の第4の特徴によれば、

- i) 輻射を標的に向けて送信する少なくとも1つの送信機と；
- ii) 送信機から送信された輻射を標的から受信する少なくとも1つの受信機のアレイとを備えていて、

送信された輻射が2つ以上の離散周波数を有する電磁輻射検出システムが提供される。

【0033】

例えば送信機が低調波送信機だと、送信される輻射は、局所供給源の周波数の異なる2つ以上の調波から発生することになる。

【0034】

このようなシステムは2つ以上の送信機を備えており、異なる離散周波数がそれぞれの送信機から送信される。

【0035】

受信機は、その2つ以上の離散周波数を受信するようにできる。そのような受信機の一例は、その局所供給源の調波に近い周波数を持つ輻射を受信するようにされた低調波受信機である。すなわち受信機の局所供給源の周波数は、受信した輻射と混合されたときにその受信機で発生する調波が1つ以上の中間周波数を発生させるように選択される。あるいは2つ以上の受信機を用意し、その受信機を互いの間で調節して2つ以上の離散周波数を受信されるようにする。

【0036】

本発明の第4の特徴による実施態様は、視野の少なくとも一部を2つ以上の周波数の輻射で照射することをサポートする。こうすると、視野内にあって輻射の周波数スペクトルの比較的限られた1つ以上の部分でだけ輻射を反射する物体または材料の検出に関するイメージング・システムの潜在的な性能が向上する。

【0037】

本発明による実施態様のさらに別の特徴は、請求項に記載されている。

【0038】

どの実施態様であれ、その実施態様に関して説明したあらゆる特徴は、単独で利用すること、または説明した他の特徴と組み合わせて利用することができ、他の任意の実施態様の1つ以上の特徴と組み合わせることや、他のあらゆる実施態様のあらゆる組み合わせも可能であることが理解されよう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0039】

単なる例示である本発明の一実施態様としてのヘテロダインTHz送信機/受信機を添付の図面を参照してこれから説明する。

【0040】

図面は概略図であり、どの図面も実際のスケールにはなっていないことに注意されたい。

【0041】

図1を参照すると、送信機/受信機はミクサ部100を備えており、その後そのミクサ部100からのIF出力のための増幅器105が続いていることがわかる。増幅器105の後にはアナ

10

20

30

40

50

ログ/デジタル変換器 (ADC) 130が続き、そのあとにデジタル・フィルタ135がある。ADC130とデジタル・フィルタ135は、クロック140によって同期している。視野からミクサ部100に入って来るテラヘルツ輻射110は、フィードホーン115を通じ、ダイオードに基づくミクサ120または二方向性の自由度を持つ他のミクサに供給され、参照信号と組み合わせられる。参照信号は、ここでは局所発振器 (LO) 125から供給される。

【 0 0 4 2 】

ミクサ120には非線形素子 (例えばショットキー・ダイオード) が組み込まれている。この非線形素子が、受信したテラヘルツ輻射110を参照信号と組み合わせて和信号と差信号を生成させる。その中には中間周波数 (IF) が含まれる。IFは、通常は、テラヘルツ輻射110および参照信号よりも周波数が小さく、テラヘルツ輻射110および参照信号が200~10000GHzであるのに対してIFは一般に0.1~40GHzである。IFは今や低周波数であるため、容易に増幅し、必要な場合には整流し、受信したテラヘルツ輻射110の強度に正比例する電圧を発生させることができる。その後、この電圧を用いて視野に関する画像を形成することができる。

10

【 0 0 4 3 】

受信するパワーの検出に必要であるため整流が生じる。整流は検出のための1つの方法である。別の方法は、信号をアナログ/デジタル変換器 (“ADC”) でサンプリングすることである。

【 0 0 4 4 】

フィードホーン・アレイ

20

【 0 0 4 5 】

図2を参照すると、フィードホーン115とミクサ120は、実際には、複数のフィードホーンからなるアレイの一部として構成し、それぞれのフィードホーンがミクサを備えるようにできることがわかる。1つの局所発振器 (図2には図示せず) が、分岐路205に沿っていくつかのミクサ120に参照信号を供給することができる。

【 0 0 4 6 】

さまざまな周波数の輻射を受信するフィードホーンとミクサの他の部品の設計は非常によく確立されているため、ここではこれ以上説明しない。しかし入射する輻射が広い範囲の周波数を持つ可能性があるどの構成でも、十分な範囲の周波数の輻射が通過できるようにフィードホーン115とミクサの他の部品を設計する必要があるだろうことに注意されたい。

30

【 0 0 4 7 】

図2に示した全体的構造は、欧州宇宙機関の名称による国際特許出願WO 2004/038854に記載されているようなエピタキシャル法で製造することができる。すなわち3層構造を作る。中間層は両面がエッチングされ、上層と下層は、それを補うように1つの面だけがエッチングされる。上層と下層が中間層とともに形成されるとき、フィードホーン115と、ミクサ120のための位置と、参照信号の入力チャネル205とからなる二重アレイが作り出される。

【 0 0 4 8 】

上層と下層はさらに、ミクサ120からのIF出力200と接触させるため、そしてバイアス信号をミクサ120のダイオード (図示せず) に供給するため、メッキされた穴を備えている。

40

【 0 0 4 9 】

図2は、このような構造の中間層の平面図だけを示している。

【 0 0 5 0 】

ミキシングと信号の発生

【 0 0 5 1 】

図3を参照すると、各ミクサ120が、実際には、非線形ミキシング素子 (例えば逆並列の構成にされた一対のショットキー・ダイオード) を備えていることがわかる。図3aを参照すると、従来からあるショットキー・ダイオードは、局所発振器 (“LO”) 駆動信号305

50

に対して公知の電流 / 電圧応答300をすることがわかる。コンダクタンスの時間変化310を示す図3bを参照すると、単一のショットキー・ダイオードを用いたミキシングが、局所発振器駆動信号305に対応する周波数で起こることがわかる。図3c～図3eを参照すると、2つのショットキー・ダイオードを逆並列の構成315で接続した場合、局所発振器駆動信号305に対する電流 / 電圧応答320は反対称であること、そしてコンダクタンスの時間変化325から、今や、局所発振器駆動信号305の周波数の2倍の周波数でミキシングが起こることがわかる。これは、局所発振器駆動信号305が、検出する予定の輻射の半分程度の周波数でありさえすればよいことを意味する。

#### 【 0 0 5 2 】

図3cに示した一般的なタイプのミクサは、局所発振器駆動信号305を用いてより高次の調波の周波数を検出するのに使用できるが、一般に、低調波ミクサ (sub-harmonic mixer) と呼ばれる。適切なミクサは公知であり、使用できると思われるミクサのタイプの一例が、B.P. Monya、C.M. Mann、B.N. Ellison、M.L. Oldfield、D.N. Matheson、T.W. Croweによる「局所発振器に必要な電力が少ない、183GHzでの広帯域宇宙品質低調波ミクサ」という題名の論文 (1998年5月27～29日、エスポー、「ミリ波技術と応用に関する第2回ESAワークショップ」のプロシーディングに発表) に開示されている。

#### 【 0 0 5 3 】

この一般的なタイプのミクサでは、L0125の望ましくないより高次の調波が受信機から出ることを阻止せねばならない可能性がある。そのためのフィルタは公知であり、例えば帯域フィルタ (RF入力回路で使用できるワッフル・フィルタなど) が挙げられる。この話題は、C.G. Mattaei、L. Young、E.M.T. Jonesによる『マイクロ波フィルタ、インピーダンス整合網、カップリング構造』 (ニューヨーク、1964年、マグロウ・ヒル社) で議論されている。テラヘルツ周波数では、このようなフィルタが望む周波数を不必要に減衰させないように注意する必要があることが理解されよう。

#### 【 0 0 5 4 】

図4を参照すると、従来の反対称低調波ミクサの動作を数学的観点から調べることができ。それがなされると、ミキシングがL0の周波数である“ $f_0$ ”の偶数倍のまわりに集中していることがわかる。図4には、反対称電流 / 電圧応答320を持ち、125GHzのL0によって駆動される図3cに示したタイプの250GHz平衡低調波ミクサを使用しているときの全周波数応答が示してある。

#### 【 0 0 5 5 】

このミクサでは、L0入力信号400の周波数が2倍にされて2次の調波405が得られ、その2次の調波405が受信した輻射と混合されて側波帯415が生じる。図4には、これらの側波帯が低域変換されてIF信号410が生じることも示してある。実際には、より高次の調波も存在しており、追加の側波帯420、425を発生させる。これらの側波帯もIF信号410に寄与する。

#### 【 0 0 5 6 】

この平衡ダイオードの構成では、ミキシングと信号発生の両方が調波の位置で起こるが、ミキシングは主として偶数調波のまわりで起こり、信号発生は主として奇数調波の位置で起こることがわかる。したがって側波帯415、420、425は偶数調波 $2f_0$ 、 $4f_0$ 、 $6f_0$ のまわりに出現し、信号430、435、440は奇数調波 $3f_0$ 、 $5f_0$ 、 $7f_0$ の位置で発生する。ただし、調波の次数が大きくなるにつれてパワー・レベルはますます低下していく。ダイオードが平衡している限り、偶数調波の位置での信号発生 (例えば2次調波405) は顕著に抑制される。

#### 【 0 0 5 7 】

実際には、THz輻射を検出する際に望ましいのは低域変換されたIF成分410である。なぜなら、これは十分に低い周波数であるため、増幅して有用な検出信号を発生させることが比較的簡単だからである。例えばフィルタを用いると、ミクサ120のIF出力からより高次のあらゆる周波数を阻止することができる。

#### 【 0 0 5 8 】

しかし本発明の実施態様では、THz輻射を視野に向けて少なくともある時間送信するのに第1のミクサ120を使用し、その後その輻射を第2のミクサ120で検出できるようにすべきである。すると視野に向かう送信方向で、発生する少なくとも1つの調波を全周波数応答において用いることが望ましくなる。その発生した調波を用いてIF成分を発生させ、それを第2のミクサ120において低域変換することができる。

【0059】

図1に示した検出器100の使用に基づく以下の説明では、必要に応じてミクサ120の周波数応答の偶数次または奇数次の調波を抑制または増大させうること、図5、図6、図7を参照して示す。本発明の実施態様では、国際特許出願WO 2004/038854に記載されている実質的な受動THz検出システムを、照射と検出を行なう能動システムに変換することが可能になる。やはり以下に説明することだが、信号対雑音比(“SNR”)が非常に大きいイメージング・システムを作ることにも可能である。

10

【0060】

より詳細には、本発明の実施態様の文脈では、“受動”システムは単に視野からの輻射を検出するのに対し、“能動”システムは、輻射の放射と、その輻射の検出の両方を行なう。

【0061】

図5は、図4とは異なり、非対称な(例えば不平衡な、またはバイアスがかかった)非線形ミキシング素子を有する低調波ミクサの全周波数応答を示している。実際には、これはよく起こる状況である。というのも、逆並列ダイオード対で使用する正確に平衡したダイオードを製造することは物理的に難しいからである。

20

【0062】

図5からわかるように、ここではミキシングと信号発生の両方があらゆる調波の位置で起こる。

【0063】

信号発生だけに注目し、図6には、図3cの平衡した構成において発生する周波数を示してある。図4と同様、逆並列ダイオード対315のダイオードが平衡していると、単一トーン駆動周波数400(125GHz)の奇数調波430、435、440だけが発生することがわかる。これは、THz輻射の検出に適した構成である。というのも、調波の半分が抑制されるためにシステム全体の雑音がより少なくなるからである。実際には駆動周波数の偶数調波においていくらか信号が発生するであろうが、ダイオードが適切に平衡していると、その信号は駆動周波数の奇数倍において発生する信号よりも何桁も小さいであろう。

30

【0064】

図7cを参照すると、図5に関係する平衡していない構成で発生する周波数が示してある。ここでは、逆並列のダイオード対315が平衡していないと、単一トーン駆動周波数400(125GHz)の奇数調波と偶数調波の両方405、430、515、435、710が発生することがわかる。これは、輻射を視野に向けて逆に送信し、第2のミクサ120によって検出するのに適した構成である。

【0065】

能動/受動の切り換え

40

【0066】

常に第1のミクサを用いて輻射を送信し、常に第2のミクサを用いて輻射を受信することが可能であろう。しかし本発明の実施態様では、同じ送信機/受信機を送信機または受信機として用いることができるため、1つのミクサを異なる全周波数応答の間で切り換えることが可能である。例えば第1の送信機/受信機はTHz輻射を受信してIF信号を出力するのに適しており、第2の送信機/受信機は、視野にTHz輻射を照射として向け、別の送信機/受信機でその輻射を検出するのに適している。図7aを参照すると、このタイプの切り換え可能な送信機/受信機を実現する1つの簡単な方法は、ミキシング素子として使用される逆並列ダイオード対315のダイオードの一方に印加する電氣的バイアス700のための入力を用意することであることがわかる。電氣的バイアス700を印加すると、逆並列ダイオード

50

対315の電流 / 電圧応答は図7bに示してあるようにシフトしてもはや反対称ではなくなり、単一トーン・ポンプ信号に対するミクサの全周波数応答が変化する。

【0067】

上に述べた電氣的バイアス700は、バイアス電流またはバイアス電圧として供給することができよう。

【0068】

電氣的バイアス700を利用した切り換え可能な構成により、バイアスをオンとオフの間で切り換えることで1つのミクサ120を異なる周波数応答の間で切り換えられるというモード制御が提供される。例えばそのミクサの1つ以上はTHz輻射を発生させるのに適しており、1つ以上はTHz輻射を検出するのに適している。この切り換え法は、純粋にバイアス回路の速度によって制限される本質的に速いプロセスである。例えば図6と図7cに、図7aの構成のミキシング素子を用いた低調波ミクサ120の周波数応答において発生する周波数を示してある。図6の場合にはバイアス700がなく、図7bの場合にはバイアス700がオンにされている。

10

【0069】

電氣的バイアス700を供給することには第2の利点も考えられる。従来を検出構成では、(特に非常に強いLOポンプ信号400の場合に)不適切な周波数で視野に向かって戻る輻射を避けるため、そしてIF出力の雑音を減らすため、フィルタリングを利用して周波数応答の望ましくない成分を抑制していた。このようにすると回路の設計が非常に複雑になる。その代わりに同じ電氣的バイアス700を利用するがここでは異なるレベルにすることで、低調波ミクサ120を受信機モードで利用するときにはそのミクサの二方向性素子の間の平衡を“微調整”することが可能である。こうすると、受信機モードで動作するとき、ミクサの性能の望ましくない周波数成分を抑制するフィルタの必要性を著しく少なくするか、その必要性をなくすることができる。例えば1mAのオーダーのバイアス電流700を用いてダイオードを不平衡にしてミクサ120を送信モードに切り換えるのであれば、ダイオード飽和電流 $I_s$ の一部であるバイアス電流700(例えばほんの0.1mAのオーダー)が、2つのダイオード間の本質的なあらゆる不平衡を平衡させ、したがってミクサ120を受信モードに切り換えるのに十分であることがわかるであろう。

20

【0070】

アレイの少なくともいくつかの受信機において電氣的バイアス700を利用する代わりに、または電氣的バイアス700を利用することに加えて、例えば受信機内の物理的構造物である他のRFフィルタ構成を利用できる。しかしこれは、電氣的バイアス700を利用するよりも柔軟性および/または精度がかなり低い可能性がある。

30

【0071】

能動 / 受動アレイ

【0072】

一般に、上に説明したような低調波ヘテロダイン・ミクサを利用した図1に示したテラヘルツ検出器100は容易にアレイに組み込むことができるため、画像捕獲時間が短くなる。このようなアレイは、上に説明したようにわずかに異なる周波数ポンプ信号400を持つ第1と第2のミクサ120を備えることができるため、アクティブ・アレイとして機能することができる。

40

【0073】

多数のこのような検出器100は、それがすべて同じ周波数を必要とする限り、図2に示したような構成において共通ポンプ信号によって駆動することができる。しかし各ミクサ120は構成に応じて0.1~10mWの閾値電力を必要とするため、単一のLO供給源125によって駆動できる検出器100の数には制限がある。テラヘルツLO供給源125の出力パワーの限度は1~200mWである。その結果、大きなアレイでは、周波数が共有されている場合でさえ、2つ以上のLO供給源125が必要とされよう。わずかに異なる周波数ポンプ信号400を持つ第1と第2のミクサ120がアレイに含まれている場合には、図8に概略を示してあるように、異なる周波数を供給するのに一般に少なくとも2つのLO供給源125が必要となろう。

50

## 【 0 0 7 4 】

図8を参照すると、一般に1つのLO供給源125は、4つのミクサ120に対して信号を供給することができる。例えば、逆並列ショットキー・ダイオードに基づく4つのミクサ120のためのLO供給源125としてガン・ダイオード発振器を使用することができよう。そのため8つの低調波ミクサ120からなる1つのアレイは、一般に、4つのミクサからなる2つのアレイからなり、4つのミクサからなる各アレイは、単一のガン・ダイオード発振器LO供給源によってポンプされる。このことを図8に示してある。この図には、“LO供給源1”と“LO供給源2”が存在している。

## 【 0 0 7 5 】

図9を参照すると、実際には、4つのミクサ120からなる2つのアレイは、ホーン115の開口部が互いに隣接して最適な光学的解像度のための稠密充填条件が容易に満たされるように配置することになることがわかる。

10

## 【 0 0 7 6 】

能動 / 受動切り換えアレイ : LO周波数が固定されていて、電気的バイアスによって切り換えられる

## 【 0 0 7 7 】

図8と図9に示した構成では、4つのミクサ120からなる各アレイは、そのアレイ専用の独立したLO供給源125によって駆動される。LO供給源1は125.0GHzの周波数に設定され、LO供給源2は125.5GHzの周波数に設定されている。

## 【 0 0 7 8 】

受動動作モードでは、4つのミクサからなる両方のアレイ120は平衡しており、ショットキー・ダイオード対に電気的バイアスは印加されていない(か、平衡を向上させるためにほんのわずかなバイアスが印加されている)。このモードでは、各アレイのミクサは、図4に示したタイプの周波数応答を示すことになる。ミクサは、LO供給源125の2次の調波405を中心としたIF周波数415で主にミキシングを行なうことになる。これら2つのアレイの2次の調波は、それぞれ250GHzと251GHzに位置することになる。その一方で、これらのアレイは、そのそれぞれのLO供給源125の3次の調波430、すなわちそれぞれ375GHzと376.5GHzでパワーを発生させることになる。したがってどちらのアレイも、他方のアレイがミキシングを行なわない周波数ではパワーを発生させない。2次の調波405と3次の調波430の間の周波数差(約125GHz)は、典型的な上方IF周波数(20~40GHz)よりもはるかに大きく、低域変換はない。したがってミクサの各セットで検出されるTHz信号は、対応する優勢な偶数次のミキシング周波数を中心としたIF側波帯のそれぞれに存在する受動的エネルギーである。

20

30

## 【 0 0 7 9 】

図7も参照すると、ここで電気的バイアス700(または増大した電気的バイアス700)を第2のミクサ・アレイのダイオード対に印加すると(それは、図8にIF信号5~8が生じることによって示してある)、このアレイの各ミクサ120はもはや平衡状態ではなく、図7bに見られる電流 / 電圧特性がシフトした状態であることがわかる。第2のアレイの各ミクサ120は、今や図5に示した周波数応答を持つことになる。したがって第2のアレイの各ミクサ120は、LO供給源2の周波数の偶数次と奇数次の調波の両方(251GHz、376.5GHzなど)でパワーを発生させるとともに、偶数次と奇数次の調波の両方でミキシングを行なうことになる。したがって今や第2のアレイの各ミクサ120は251GHzで相対的に強い信号を発生させ、それを第1のアレイの各ミクサが、その2次の調波(250GHz)と混合することによって検出できる。したがって第2のアレイのミクサは、第1のアレイのミクサのために視野を照射することができる。

40

## 【 0 0 8 0 】

ミクサ120の送信機モードを生じさせるためのバイアス電流700は、一般に、 $0\text{mA} \sim I_{d\text{max}}$ (デバイスの製造者によって指定されるダイオードの最大電流)になる。このバイアス電流は、“バイアス・ティー”(図17に参照番号1700で示してある)を用いてミクサのIFポートに供給されることになる。これは、インダクタとキャパシタからなる公知の構成

50

であり、大きなインピーダンス負荷を生じさせつつDC電流をIFピンに流すことができる。大きなインピーダンス負荷により、バイアス・テーに起因するIF信号の損失が避けられる。上に説明した動作周波数におけるGaAsダイオードでは、これは一般に約1mAであろう。

【0081】

その結果、イメージング・アレイのミクサ120の逆並列ダイオード対にバイアスを印加することにより、受動イメージャを電子的に切り換えて能動イメージャにすることができる。制御された電氣的バイアス700によってモード制御がなされる。

【0082】

この実施態様をさらに一歩進めると、第1のアレイのミクサ120のダイオードにも小さな電氣的バイアス700が印加される場合には、L0供給源1の周波数の偶数次と奇数次の両方において調波が発生することになる(250GHz、375GHzなど)。今や、第1のアレイは第2のアレイと同様に能動状態になっている。第1のアレイで発生する信号は視野を照射し、第2のアレイのミクサによって検出されることになる。第1のアレイで2次の調波において発生する信号を低域変換して1GHzの強いIF出力として出現させることができる。ここでも2つのL0供給源の差の2倍である。

10

【0083】

すべてのミクサ120が今やすべての調波でミキシングを行なうため、3次の調波から1.5GHzにおいてもIF出力に寄与できるが、より高次の調波に向かって非常に顕著にパワーが低下する。

20

【0084】

上に説明したように切り換えを制御できる電氣的バイアス700がなく、例えば能動アレイを作るときにダイオード対に固有の不均衡に頼る場合には、もちろんアレイの送信ミクサのスイッチを単にオフにするのが別の選択肢である。するとアレイが受動モードに切り換わるが、限られた数の受信機だけが動作する。

【0085】

受動/能動切り換えアレイ：不均衡が固定されていて、L0周波数によって切り換える

【0086】

あるいは受動イメージャを切り換えて能動アレイにすることができる第2の方法は、1つ以上のL0供給源125の周波数を他の供給源と同じか異なる周波数に電子的にチューニングし、ダイオード対内の不完全さによって発生する残りの偶数次の調波の信号を用いることである。L0供給源125が互いに同じ周波数だとアレイは受動だが、L0供給源の周波数が互いにわずかに異なっていると、ダイオード対内の不完全さにより、偶数次の調波を発生させるのに十分な不均衡が生じて能動アレイになる。(図1に示した)周波数制御145は公知のやり方で実施することができる。それは、例えばフェーズ・ロック・ループ(“PLL”)回路を用いてL0供給源125に対するチューニング電圧を変えることによる。完全に平衡した逆並列ダイオード対はL0周波数の偶数次の調波を発生させないが、実際にはそれを実現することは難しいため、いくらかの不均衡が存在することになる。すると偶数次の調波においていくらかのパワーが発生することになる。これは、一般に、非対称なダイオード特性によって生じるよりも1桁または2桁小さい。しかしヘテロダイン技術では極めて大きな感度が利用できるため、有効なイメージングに必要であるよりも著しく大きな信号強度になる可能性がある。

30

40

【0087】

上では切り換え(モード制御)が周波数制御145を利用してなされ、少なくとも1つのL0 125が再チューニングされる。ここで図16を参照する。能動的挙動と受動的挙動の間のモード制御の別の構成では、周波数が異なる2つのL0を用いることができる。それは図示したL0供給源1とL0供給源2であり、例えば周波数が125GHzと125.5GHzであるとする。L0供給源2のパワーはL0供給源1の2倍である。入力チェーンの中に2つの状態の間で切り換えることのできるスイッチ装置1600が存在している。2つの状態とは、すべてのミクサ120がL0供給源2によって駆動され、L0供給源1は整合した終端1605に向けられた受動モード状態(実

50

線で図示)と、ミクサ120の半数がL0供給源1によって駆動され、半数がL0供給源2によって駆動される能動モード状態(点線で図示)である。能動モード状態では、L0供給源2のパワーの半分が整合した終端1605に向かう。こうすることでミクサ120に供給するL0の半分の周波数を2つの異なる周波数の間で効果的に切り換える1つの方法が得られるため、今やスイッチ装置1600によって周波数制御がなされる。

【0088】

この形態の切り換えでは、ミクサ120のいくつかが相変わらず輻射を視野に向けて放射するが、おそらく低レベルでしかもはや検出できない。したがって任意のミクサ120のあらゆるIF出力は、切り換え式アレイのミクサから送信される輻射ではなく、主に、または完全に、周囲の輻射、または別の供給源からの輻射に基づいている。

10

【0089】

受動/能動切り換えアレイ：変調されたL0

【0090】

発振器が何らかの方法で変調されている場合には、変調のタイプと変調信号に応じて搬送波と多数の側波帯が存在するであろう。図8を参照すると、変調器800を一方または両方のL0125に設けられることがわかる。

【0091】

例えば125GHzの発振器が1GHzのサイン波によって振幅変調される場合(図12に線1200で示してある)には、図13を参照すると、スペクトル分析器で観察できるであろう3つのトーン1300、1305、1310が存在することがわかる。これらは、125GHzの搬送波と、その搬送波のそれぞれ上下1GHzの位置にある一对のトーン(124GHzと126GHz)である。この場合のこれら側波帯1300、1310の振幅は、1GHzの変調用サイン波の振幅と変調の深さ(“ベータ”)に依存することになる。そして搬送波は、変調のない搬送信号の振幅になる。

20

【0092】

他方、125GHzの発振器が1GHzのサイン波によって位相変調または周波数変調される場合には、搬送波から周波数が1GHzずつ変化する位置に発生する無限の数の側波帯が存在することになる(126GHz、127GHz、128GHzなどと、124GHz、123GHz、122GHzなど)。すると、全パワーは一定でなければならないため、搬送波(125GHz)は、変調されていない発振器と同じ振幅にはならないであろう。側波帯と搬送波の振幅は、変調信号の振幅とベータに依存するであろう。これはすべて非常によく知られていることであり、通信理論に関する多くの文献に記載されている。

30

【0093】

上に説明したように、システムが、周波数と変調の一方または両方を個別に制御できる2つ以上のL0を備えている場合には、変調された任意の側波帯、または発振器間の周波数差が、上に説明したように低域変換されるのが見られる。例えば1GHzのサイン波で変調された信号を用いる上述の振幅変調の場合には、2つの側波帯1300、1310が+1GHzと-1GHzだけ低域変換されることになる。位相変調または周波数変調される場合には、±1GHzの間隔で低域変換された無限の数が存在することになる(1GHz、2GHz、3GHzなど)。

【0094】

変調された1つ以上のL0を用いると、送信機/受信機アレイの能動的な挙動と受動的な挙動を切り換える別の手段が提供される。というのも変調制御805を利用して変調器800をオンとオフの間で切り換えることができるからである。

40

【0095】

能動アレイ：視野による変調

【0096】

図15を参照すると、実際には、複数のフィードホーン115a(1つだけを図示してある)からなる第1のアレイを用いて視野1505にある物体1515を照射し、複数のフィードホーン115b(1つだけを図示してある)からなる第2のアレイを用い、視野1505から戻ってくる輻射1530を捕獲することができよう。走査装置1500(例えば鏡)が視野全体にわたって輻射を走査し、構成がわかっている光学装置1530を用いて反射されたTHz輻射1530を捕獲して

50



それを受信用フィードホーン115bに送る。同じ光学装置1530を逆に動作させ、送信ミクサ・アレイ115aで発生した信号1525を視野1505に送る。

【0097】

光学装置は視野1505に供給される輻射1525を平行に揃えることができるが、フィードホーン115の開口部の性質から、各フィードホーン115が、いくらか広い角度から入って来る輻射1530を捕獲することが生じる。その結果、視野1505のうちで受信ミクサ・アレイ115bによって画像化される部分は、送信ミクサ・アレイ115aから放射される輻射によって効果的に直接照射することができる。これを受信アレイ115bの中で混合し、2つのLO供給源125の周波数差の倍数の位置（すなわち2次の調波の位置である1GHzと3次の調波の位置である1.5GHz）に側波帯を生じさせることができ、それを次に低域変換して受信アレイのミクサのIF出力（図8にIF1～IF4として表示）に出現させることができる。

10

【0098】

各ホーンの輻射パターンは完全に直交してはいないため、送信アレイから放射される信号は不可避免的に受信アレイによって受信されることになる。対象物の表面の輪郭が原因でさまざまなレベルの反射信号が戻ってくるためにコントラスト情報が得られ、それが、得られる画像を構成するのに利用される。受信された信号の変調は、材料の性質と、伝播方向に垂直ではない面での角度のある鏡面反射とによって生じる画像平面内で、反射率、すなわち有効な振幅を変化させることによってなされる。

【0099】

イメージングに関するこの選択肢は、世界中の最高のどの回路でさえ、0Vではないオフセットを有するために生じる。2つのミクサは同じ周波数で動作している場合でさえ、ミクサ内で発生する“自然の”DCオフセットに付加されるDC信号を発生させるであろう。物体を視野の中に置くというまさにそのプロセスによってこのDC信号が変化する。物体の運動または視野の走査によってDC信号に影響が及ぶ傾向がある。例えばミクサ内の熱効果や他のドリフト現象が原因で生じる雑音に起因するDC信号から画像情報を得ることは容易でないだろうが、理論的にはこのDC信号から画像情報を得ることがやはり可能であろう。

20

【0100】

移動する標的の検出

【0101】

変調および/またはLO周波数の正確な形状がわかっていると、例えば標的が検出器に向かって移動しているか検出器から離れていくかを明らかにできよう。標的は受信機から離れていくか受信機に向かって移動するかであるため、戻ってくる信号は、ドップラー・シフトの効果により周波数が小さくなるか大きくなるであろう。局所発振器が互いに同じ周波数だと、DC信号が発生し、その信号のいずれかの側（プラスの周波数とマイナスの周波数）に、ドップラー周波数のシフトとともに変化するスペクトル成分が存在するであろうことにも注意すべきである。

30

【0102】

カメラ（すなわち受信アレイ）に向かって移動するかカメラから離れていく標的に関してスペクトル成分が生じるのは、必ずしもどれもが同じ速度では移動してはいない複数の物体が原因で相対的ドップラー・シフトが異なる画素間では異なってくるからである。すなわち一人の人物の場合には、おそらくポケットの中で運ばれる重い物体に関しては衣服の残部と比べて時間の遅れのために例えば異なる運動が存在する可能性がある。これは、自然な慣性モーメントによって生じるであろう。このようにして、実際に、移動する人物が保持する物体の有効質量を明らかにすることができる。

40

【0103】

まとめ：能動アレイ

【0104】

したがって本発明による実施態様での検出で用いる中間周波数を実現する2つ以上の方法が存在している。それは以下のようにまとめられる。

- ・送信ミクサと受信ミクサのLOが異なる周波数を持つ

50

・LOは場合によっては互いに同じ周波数を持てるが、一方または両方のLOが変調される  
 ・LOは同じ公称周波数を持つが、標的を走査すること、または見ることによってDC成分に変化が生じるため、検出可能なIF成分が発生する。

【0105】

狭いIF帯域幅

【0106】

本発明の実施態様の1つの利点は、狭いIF帯域幅の出力だけが必要とされることである。すると増幅が単純になる。

【0107】

これらの供給源はシステムの制御下にあるため、発生したこれらの信号がIFチェーンのどこに位置するかが明らかであり、その位置を決定できるはずである。標的または視野から戻ってくると考えられる信号の周波数の近くに適合するようにされたIFチェーンのフィルタに切り換えることができるため、IFチェーンの帯域幅は、上に説明した受動のケースにおける広い範囲のGHzからこの帯域幅の一部に制限することができる。雑音のパワーは決められた帯域幅内の雑音のパワーの積分であるため、帯域幅が受動システムの帯域幅の一部に限定されている場合には、そして標的または視野からの信号のパワーが一定であるか、能動システムの場合のように実際には増大していく場合には、SNRは、帯域幅が狭くなるのに合わせて同じ因子だけ大きくなり、戻ってくるパワーも大きくなるであろう。

【0108】

例えば上に説明したように2つの発振器の一方が125GHzであり、他方が125.5GHz（図10に示すようにミクサにおいて250GHzの線405及び251GHzの線1000として現われる）、標的から戻ってきて得られる信号は1GHzのトーン（図11に線1100として示してある）になるであろう。2つのLOは周波数が2倍である。IFチェーンの帯域幅1105は、戻ってくる信号の適切な受信のために含まれる必要がある周波数の不確定さとドップラー周波数のあらゆるシフトを考慮するのに十分な広さがあるだけでよからう。この帯域幅1105は数kHz以下まで狭くすることができよう。例えばこの幅が、同等な受動システムでIF帯域幅が10GHzであるのに対して10kHzだとすると、IF帯域幅を制限することだけに起因する信号対雑音比（“SNR”）の増大は、1,000,000倍すなわち60dBになる。ここに示した10kHzよりもはるかに狭い帯域幅にすることが可能であり、おそらく数Hzまで下げることさえできよう。するとSNRの90~100dBの増加が、純粹に帯域幅を狭くすることから得られよう。

【0109】

広い/狭い帯域幅出力の切り換え

【0110】

図14を参照すると、送信/受信ミクサの2つの供給源（LO）125の両方とも周波数が固定されている場合には、変調信号はそれほど高周波数である必要はないことがわかる。すなわち低域変換された信号は、ベースバンドの中で直流（“DC”）に非常に近いトーンからなることになる。これらの信号は、雑音が少ない狭い帯域幅ベースバンド増幅器105を通過させるのが非常に簡単であろう。この増幅器105は、同等な受動システムの高価な低雑音広帯域RF増幅器1420ではなく、非常に安価な演算増幅器のタイプの増幅器にすることができよう。すると増幅器105のあとに低域フィルタ1405を用いることができる。この低域フィルタとしては、アナログ・フィルタ1405、または図1に示したアナログ/デジタル変換器130（“ADC”）の後のデジタル・フィルタ135、またはサンプリング速度を慎重に選択し、アナログからデジタルへの変換とその逆の変換における固有ミキシング・プロセスによって低域変換されたトーンの組み合わせがすべて同じ周波数になるようにしたADCが可能であろう。例えば変調された信号が0.5GHzのサイン波周波数変調（“FM”）であるために1GHz（ミクサの中で周波数が2倍になることが原因で0.5GHzではなく1GHzになる）の間隔で無限の数の側波帯を発生させるとし、さらに、ADCが増幅されたIF信号をサンプリング速度1500MHzでサンプリングするのであれば、すべてのトーンがデジタル領域にエイリアシングされて500MHzになるであろう。これらの信号だけを通過させ、他の帯域幅の成分はすべて除去するようなフィルタを構成することができよう。

## 【 0 1 1 1 】

ADCを利用した別の構成では、IF信号を、上のADCサンプリング周波数（1500MHz）と同じ周波数の別の発振器と混合することができる。この第2の発振器は1.5GHzにすることができよう。そしてミクサの非線形性のためにLO信号の倍数の周波数はトーンと混合してすべてが500MHzになるであろう。（ADCはミクサと似た性質を持つ。ミクサは $\pm m \pm n$ を混合する。ただし、 $m$ と $n$ は2つの入力周波数であり、ADCは $\pm m \pm n$ の周波数成分をエイリアシングして同じ出力周波数にするであろう。）ここでもこの望む信号のまわりの帯域幅は、必要ならばHzのオーダーという非常に狭い値にできよう。

## 【 0 1 1 2 】

さらに別の構成は、得られた上記の信号（500MHz）をはるかに小さな周波数と（ミクサまたはADCによって）混合し、これらの周波数で利用できるフィルタで処理することであろう。これは、二重または三重のヘテロダイン技術で利用される方法である。

## 【 0 1 1 3 】

多重周波数検出

## 【 0 1 1 4 】

LO125をサイン波またはより複雑な波形を用いて正確な変調周波数および正確な変調指数で周波数変調（“FM”）すると、戻ってくる多数の信号がIF帯の中に入るであろう。例えばこれら側波帯が互いに10GHz（例えばFM変調搬送波の中の5GHzの変調サイン波信号（ミクサによって2倍の周波数にされる））離れているとすると、特に変調が劇的に変化する場合には、多くの異なる周波数で標的を検出することが、同時に、または非常に短期間に可能になろう。例えば変調指数を変えること、または変調源の周波数を低周波数から高周波数へと掃引または増大させることができよう。

## 【 0 1 1 5 】

多重周波数検出の別の一例は、例えば5GHzのサイン波でLOの1つを周波数変調することであろう。LOの周波数がミクサの中で2倍にされる上記の例では、側波帯は互いに10GHz離れることになる。正確な変調指数を用いると、信号は、LOから例えば100GHzまたはそれ以上離れた位置に側波帯を持つことができよう。例えばFMの変調指数が0から大きな数に変化すると、さまざまなRF周波数の位置に強い信号が存在することになる。IF信号の分析により、ある周波数でだけ輻射を反射させる隠された材料を検出することができよう。IF信号の複素成分（IとQ）が分離されると、戻ってきた側波帯（プラスまたはマイナス）のどれが戻ってきたIF信号にとって重要であるかを明らかにすることさえできよう。（複素成分の分離は、“複素ミクサ”などの既製品を利用して公知の方法で実施できる。）

## 【 0 1 1 6 】

同時能動 / 受動モード

## 【 0 1 1 7 】

図17を参照すると、別の動作モードは、同時に能動モードと受動モードの両方を持つことであることがわかる。これは、2つの局所発振器125と電子式スプリッタ装置1700（例えば図7を参照して上に説明した“バイアス・ティー”）の間の低周波数オフセットを利用し、非常に低周波数の信号を低周波数増幅器105を通じて能動検出システム1410に送り、低周波数の信号を高周波数増幅器1420を通じて受動検出システム1415に送ることによって実現できる。例えばLO間のオフセットは5MHzのオーダーにすることができ、非常に低周波数の信号は20MHzまでにすることができ、高周波数の信号は100MHz以上にすることができよう。

## 【 0 1 1 8 】

バイアス・ティー1700は、バイアス電流700をミクサ120のダイオードに供給するのにも利用できる。適切なバイアス・ティーが市販されており、その挿入損失とカット-オフ周波数で特徴づけられる。

## 【 0 1 1 9 】

この構成により、低周波数“能動”システムは、低周波数エレクトロニクスにだけ見えて優勢な高周波数エレクトロニクスには影響しない信号を発生させることができる。高周

10

20

30

40

50

波数“受動”信号は優勢でないため、設計基準に従って低周波数エレクトロニクスに入れること、または除外することができる。

【0120】

このようにバイアス・ティー1700は、検出信号を分割して少なくとも2つの別々の検出経路をたどらせる信号スプリッタを提供する。信号は、周波数特性（例えば第1の閾値周波数よりも低い周波数（能動信号）、第2の閾値周波数よりも高い周波数（受動信号））に応じて分割することができる。

【0121】

この能動/受動モードによって物体を同時に見る二重モードが可能になるため、相互相関情報と、独立な情報とを集めてユーザーに提示することが可能になる。

10

【0122】

追跡

【0123】

金属物体は常にテラヘルツ・パワーを周囲の環境に反射している。環境温度が比較的一様だと、周囲温度でのテラヘルツ輻射がイメージング・システムに常に向けられている。本発明の一実施態様による軸上能動検出システムでは、送信機と受信機が同じアレイ内にあって一様な投光照射ではなくテラヘルツ輻射ビームが有効に生成されるため、状況は非常に異なっている。標的を見るには、ビームを標的で跳ね返らせてビームが実質的にその経路を再びたどるようになる必要がある。このような反射は光学の分野でよく知られており、ネコ目（動物），“夜間反射装置”（道路上）、自転車の反射板が典型例として挙げられる。コーナー部立方体反射器などのアイテムは、離れた物体の計画的な追跡を非常に容易にするであろう。

20

【0124】

微光（グリント）の検出

【0125】

監視状況では、物体がわざと隠されており、軸上照射スキームを利用したのではそのような物体の真の形状は目に見えない。しかし金属物体を完全に隠すことは可能でなかろう。というのも、エッジが周囲のテラヘルツ輻射と比べて多くの信号を返してくるからである。金属物体にカバーまたは被覆を取り付けることはそれほど有効ではなかろう。というのも、金属物体をうまく隠すには、そのような被覆またはカバーが、入ってくるテラヘルツ・エネルギーの大半を吸収せねばならないが、mm波やテラヘルツ周波数ではそのような吸収材料を容易に入手できないからである。非金属物体からの反射でさえ、物体の角度がビームを軸上に直接返すようになっているときには非常に強くなる可能性がある。

30

【0126】

軸上照射、すなわち本発明の一実施態様によって発生するビームを用いると、システムはレーダー・システムと似たものになり、物体はそのテラヘルツ反射断面と関連させて考えることができる。物体の形状を見るのではなく、物体の存在が微光（閃光）から明らかになる。そのためさらに調べることができる。実際、人物とともに標的が運動することは、脅威を明らかにするのに役立つ。というのも、運動により、隠された物体のさまざまな部分から微光が出る可能性がより大きくなるからである。

40

【0127】

このようなスキームをうまくいかせるための重要な1つのポイントは、入ってくる信号をアナログ手段またはデジタル手段でフィルタして微光の大きさを制限することの必要性であろう。例えば標的からの微光が、人物を見るときに一般的な範囲よりも1000倍強かったと仮定しよう。ディスプレイの色がこの強い信号に合っていると、その結果として画像の残部は“洗い流される”（コントラストが不足する）であろう。図14を参照すると、信号制限器1425によって典型的な微光フィルタリングを提供できることがわかる。この信号制限器1425は、検出回路においてアナログ・クリッピングを行ない、デジタル・データの対数圧縮を行ない、隣り合ったサンプリング点の間の差を利用して素早い過渡現象に関する信号の範囲をデジタル的に限定し、過渡現象を同定する（非線形微分フィルタ）

50

などの操作を行なう。

【図面の簡単な説明】

【0128】

【図1】送信機 / 受信機のブロック・ダイアグラムである。

【図2】送信機 / 受信機の一群のミクサを提供する構造の平面図であり、局所発振器からの入力とIF出力も合わせて示してある。

【図3a】1つのショットキー・ダイオードの電流 / 電圧特性を示している。

【図3b】1つのショットキー・ダイオードのコンダクタンス特性を示している。

【図3c】平衡逆並列ショットキー・ダイオード対を示している。

【図3d】平衡逆並列ショットキー・ダイオード対の電流 / 電圧特性を示している。

10

【図3e】平衡逆並列ショットキー・ダイオード対のコンダクタンス特性を示している。

【図4】図3の平衡ショットキー・ダイオード対を用いたミクサの全周波数応答の中で検出される周波数と送信される周波数の両方を示している。

【図5】不平衡ショットキー・ダイオード対を用いたミクサの全周波数応答の中で検出される周波数と送信される周波数の両方を示している。

【図6】図3の平衡ショットキー・ダイオード対を用いたミクサで発生する周波数だけを示している。

【図7a】図1の送信機 / 受信機で使用することが好ましいショットキー・ダイオードの構成を示している。

【図7b】図1の送信機 / 受信機で使用することが好ましいショットキー・ダイオードの電流 / 電圧特性を示している。

20

【図7c】図1の送信機 / 受信機で使用することが好ましいショットキー・ダイオードの好ましい構成で使用されるミクサで発生する周波数を示している。

【図8】図1に示したような送信機 / 受信機の二重アレイの概略図であり、各アレイの送信機 / 受信機は局所発振器を共有している。

【図9】図8に示した二重アレイに含まれる8つの送信機 / 受信機のホーン開口部の物理的構成の概略図である。

【図10】図1に示した受信機のミクサを使用しているときに存在する周波数を示している。

【図11】図10に示した周波数を混合することによって得られる帯域フィルタ通過後のIF信号を示している。

30

【図12】検出に用いるIF信号を得るための別の構成において局所発振器を振幅変調する1GHzの信号を示している。

【図13】図12の構成において局所発振器の出力で得られる側音を示している。

【図14】受動モードと能動モードでそれぞれ動作する1つのミクサからの広帯域出力と狭帯域出力を切り換えるためのスイッチング装置を示している。

【図15】図8に示した送信機 / 受信機アレイを用いて視野を走査するための構成の一部を示している。

【図16】図8の二重アレイが、異なる周波数の局所発振器をアレイの少なくとも一方に切り換えられる構成であることを示している。

40

【図17】同時に能動モードと受動モードでミクサを使用できる構成を示している。

【 図 1 】

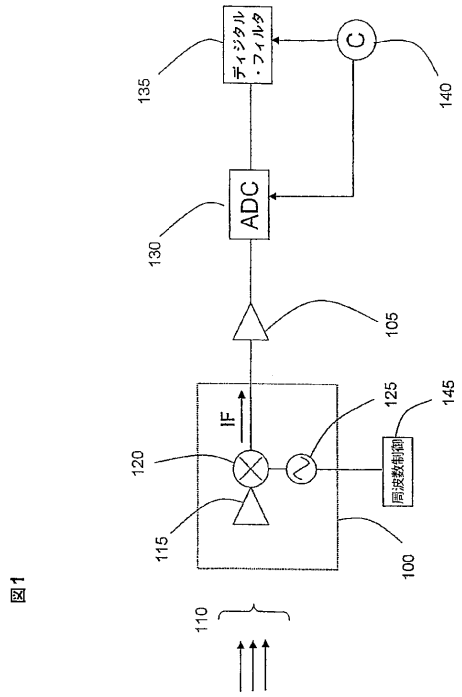


図 1

【 図 2 】

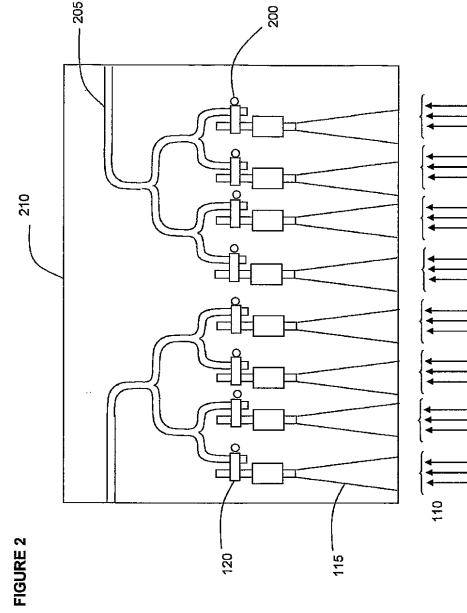


FIGURE 2

【 図 3 a 】

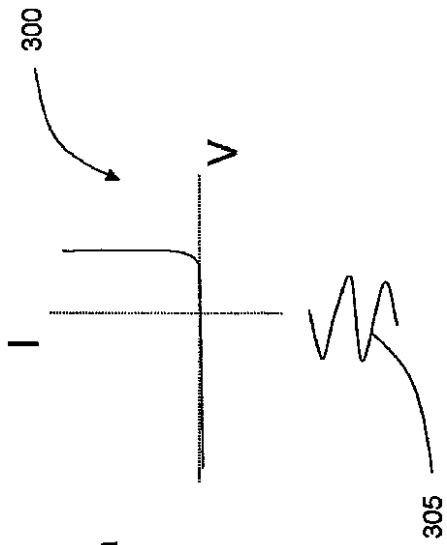


FIGURE 3a

【 図 3 b 】

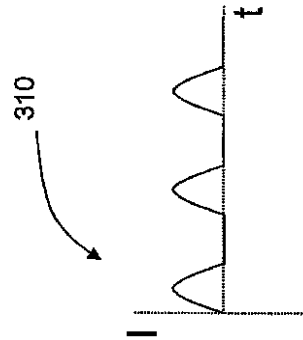


FIGURE 3b

【 図 3 c 】

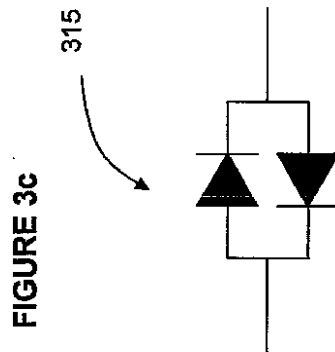
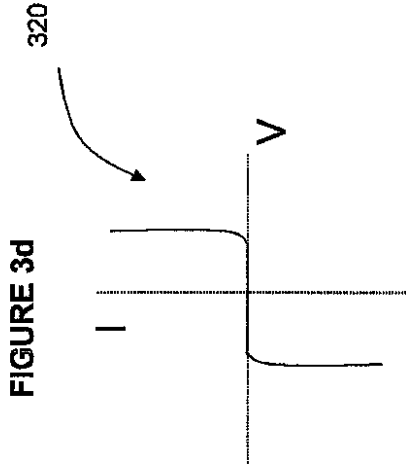
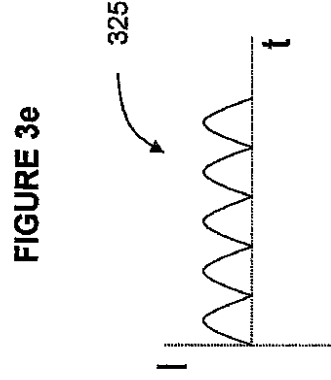


FIGURE 3c

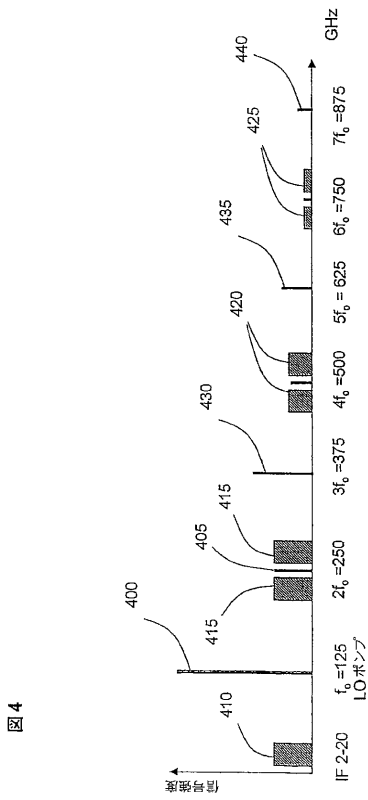
【 図 3 d 】



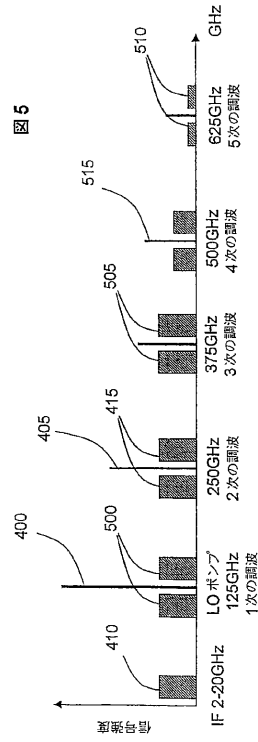
【 図 3 e 】



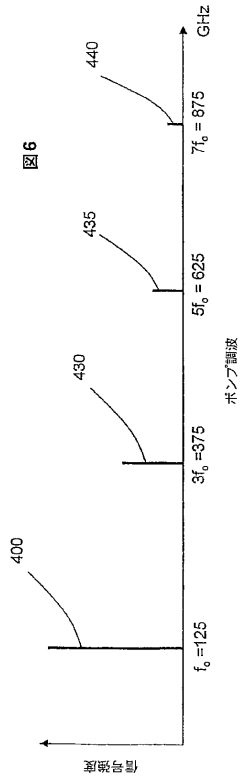
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 a 】

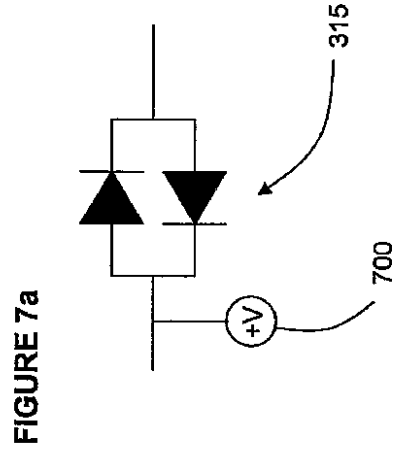
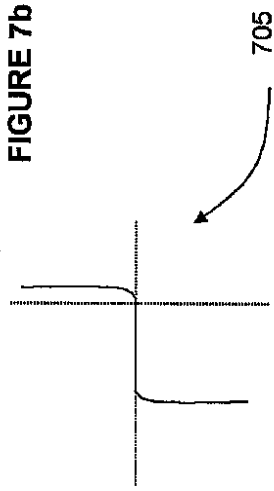
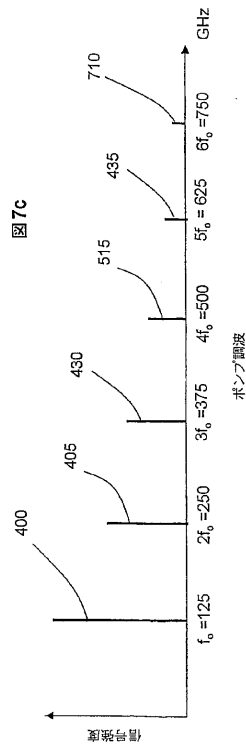


FIGURE 7a

【 図 7 b 】



【 図 7 c 】





【 図 8 】

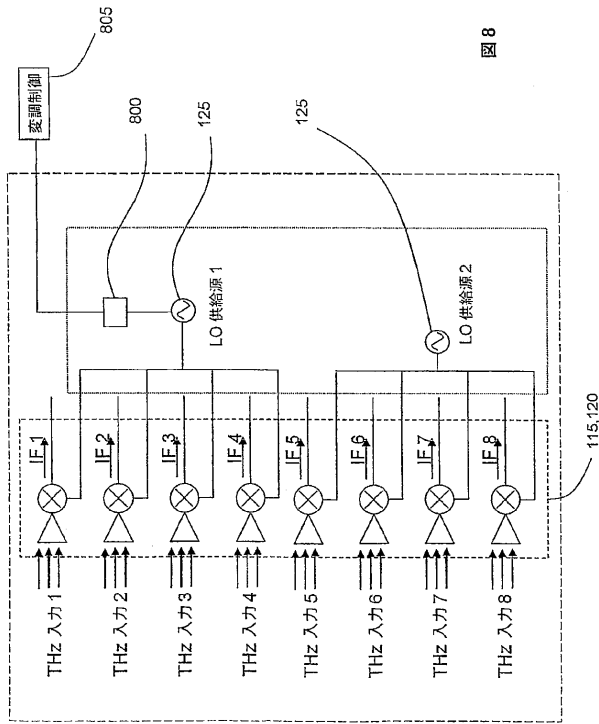
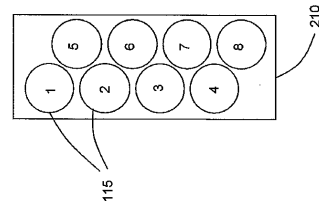


図 8

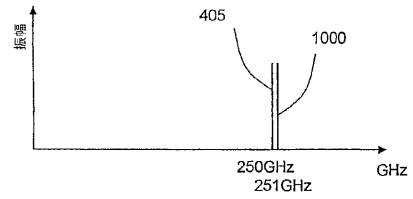
【 図 9 】

FIGURE 9



【 図 10 】

図 10



【 図 11 】

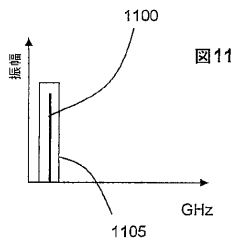


図 11

【 図 13 】

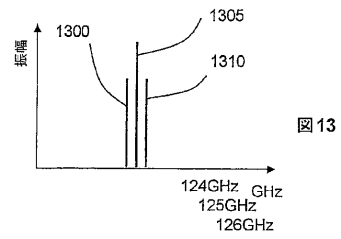


図 13

【 図 12 】

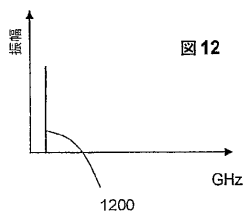


図 12

【 図 1 4 】

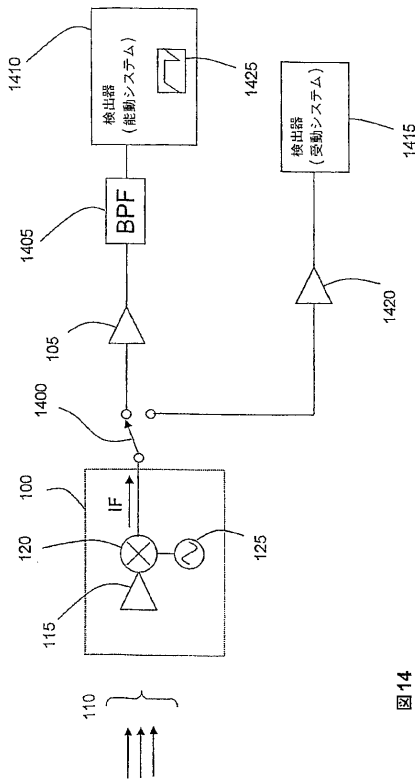


図 14

【 図 1 5 】

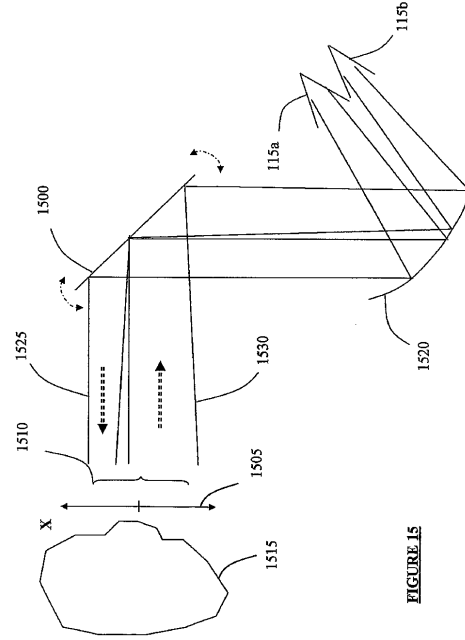


FIGURE 15

【 図 1 6 】

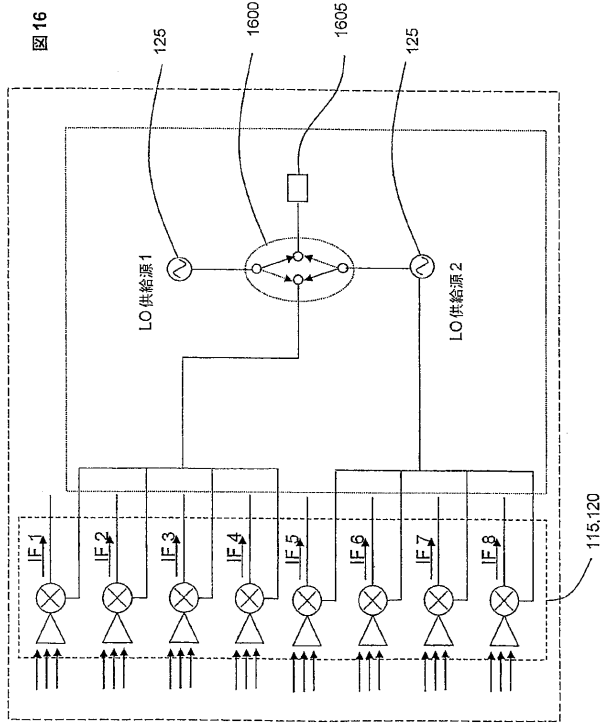


図 16

【 図 1 7 】

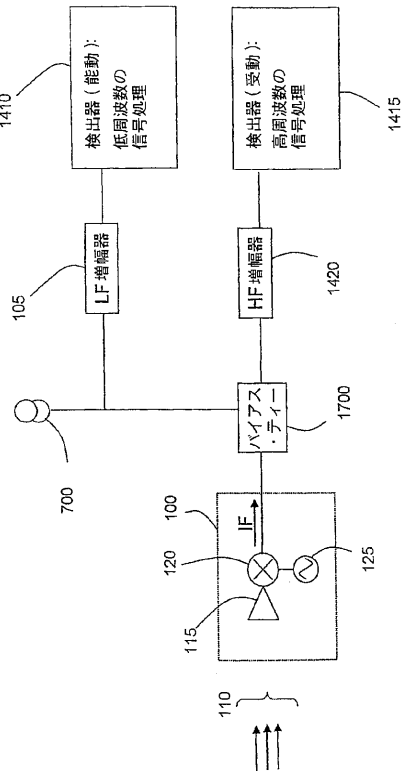


図 17

## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

		International application No PCT/GB2007/000557
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H04B1/40 G01N21/35		
<i>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</i>		
B. FIELDS SEARCHED		
<i>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)</i> H04B G01N		
<i>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched</i>		
<i>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)</i> EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
<i>Category*</i>	<i>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</i>	<i>Relevant to claim No.</i>
Y	ANEGAWA O ET AL: "Cost-Effective 60-GHz Modules with the Local-Oscillator Having the Temperature-Coefficient of 0 ppm spl deg/C for 'Digital@Home'-Systems" 2005 EUROPEAN MICROWAVE CONFERENCE CNIT LA DEFENSE, PARIS, FRANCE OCT. 4-6, 2005, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, 4 October 2005 (2005-10-04), pages 1795-1798, XP010904286 ISBN: 2-9600551-2-8 the whole document	1-29, 33, 34
A	KUHNE M: "Transverter for 47 GHz" DUBUS, XX, XX, vol. 1992, no. 1, 31 December 1992 (1992-12-31), pages 13-26, XP002355446 the whole document	1-29, 33, 34
-/-		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents:		
<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"I" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reasons (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"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</p> <p>"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.</p> <p>"Z" document member of the same patent family</p>		
<i>Date of the actual completion of the international search</i> 29 May 2007		<i>Date of mailing of the international search report</i> 04/06/2007
<i>Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.O. 5318 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 00 01, Fax: (+31-70) 340-3016</i>		<i>Authorized officer</i> Lindhardt, Uffe

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/GB2007/000557

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2005/221772 A1 (NAKANO HIROSHI [JP] ET AL) 6 October 2005 (2005-10-06) the whole document	25-29, 33,34
A	WERNER THIEL ET AL: "Full-Wave Design and Optimization of mm-Wave Diode-Based Circuits in Finline Technique" IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, vol. 47, no. 12, December 1999 (1999-12), XP011037847 ISSN: 0018-9480 the whole document	1-29,33, 34
Y	TAN-HSIUNG HO ET AL: "A Compact 24 GHz Radar Sensor for Vehicle Sideway-Looking Applications" RADAR CONFERENCE, 2005. EURAD 2005. EUROPEAN OCT. 6, 2005, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, 6 October 2005 (2005-10-06), pages 367-370, XP010910892 ISBN: 2-9600551-3-6 the whole document	1-29,33, 34
A	LO D C W ET AL: "A single-chip W-band transceiver with front-end switching receiver for FMCW radar applications" MICROWAVE SYMPOSIUM DIGEST, 1995., IEEE MTT-S INTERNATIONAL ORLANDO, FL, USA 16-20 MAY 1995, NEW YORK, NY, USA, IEEE, US, 16 May 1995 (1995-05-16), pages 873-876, XP010612267 ISBN: 0-7803-2581-8 the whole document	1-29,33, 34
A	LYUBCHENKO V E: "Millimeter wave imaging systems" MICROWAVES, RADAR AND WIRELESS COMMUNICATIONS. 2000. MIKON-2000. 13TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON MAY 22-24, 2000, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, vol. 3, 22 May 2000 (2000-05-22), pages 63-69, XP010537473 ISBN: 83-906662-3-5 the whole document	1-29,33, 34

-/-

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/GB2007/000557

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	SANJAY RAMAN ET AL: "A W-Band Dielectric-Lens-Based Integrated Monopulse Radar Receiver" IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, vol. 46, no. 12, December 1998 (1998-12), XP011037428 ISSN: 0018-9480 the whole document	1-29, 33, 34
A	WO 2004/038854 A (EUROP AGENCE SPATIALE [FR]; CASTIGLIONE DARIO CALOGERO [GB]; DEIAS LUI) 6 May 2004 (2004-05-06) cited in the application the whole document	
X	GB 2 411 093 A (TERAVIEW LTD [GB]) 17 August 2005 (2005-08-17) page 1, line 1 - page 2, line 25	30-34

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/GB2007/000557**Box II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This International Search Report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1.  Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2.  Claims Nos.:  
because they relate to parts of the International Application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful International Search can be carried out, specifically:
  
3.  Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of Item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers all searchable claims.
  
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
  
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this International Search Report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

International Application No. PCT/GB2007 /000557

**FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210**

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-29,33,34

transmitter/receiver comprising mixer  
---

2. claims: 30,33,34

Scanning electromagnetic detection system  
---

3. claims: 31,32,33,34

An electromagnetic radiation system using more than one  
discrete frequency  
---

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No  
PCT/GB2007/000557

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2005221772 A1	06-10-2005	EP 1605585 A1 JP 2005295097 A	14-12-2005 20-10-2005
WO 2004038854 A	06-05-2004	AT 360271 T AU 2003285345 A1 CA 2503556 A1 CN 1726618 A EP 1554780 A2 JP 2006505157 T KR 20050088405 A US 2006111619 A1	15-05-2007 13-05-2004 06-05-2004 25-01-2006 20-07-2005 09-02-2006 06-09-2005 25-05-2006
GB 2411093 A	17-08-2005	WO 2005080947 A1	01-09-2005



## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(74)代理人 100141162

弁理士 森 啓

(72)発明者 マン, クリストファー マーク

イギリス国, コーンウォール ティーアール 8 4 イーティー, セント モーガン, ランハーン  
コテージ

(72)発明者 グレイブ, サイモン ウォード

イギリス国, サウサンプトン エスオー 1 5 4 エイチエス, スタントン ロード 5 8

Fターム(参考) 5J070 AB24 AD02 AD08 AE07 AE09 AE10 AH26 AH31 AH39 AK22

AK28 BA01 BE01