

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5354971号  
(P5354971)

(45) 発行日 平成25年11月27日(2013.11.27)

(24) 登録日 平成25年9月6日(2013.9.6)

(51) Int.Cl.		F I		
GO 1 N 21/35	(2006.01)	GO 1 N 21/35	1 O 6	
GO 1 N 22/02	(2006.01)	GO 1 N 22/02	B	
GO 1 N 22/00	(2006.01)	GO 1 N 22/00	S	

請求項の数 7 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2008-160767 (P2008-160767)	(73) 特許権者	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成20年6月19日(2008.6.19)	(74) 代理人	100126240 弁理士 阿部 琢磨
(65) 公開番号	特開2009-75070 (P2009-75070A)	(74) 代理人	100124442 弁理士 黒岩 創吾
(43) 公開日	平成21年4月9日(2009.4.9)	(72) 発明者	笠井 信太郎 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内
審査請求日	平成23年6月7日(2011.6.7)	(72) 発明者	尾内 敏彦 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2007-226339 (P2007-226339)	審査官	樋口 宗彦
(32) 優先日	平成19年8月31日(2007.8.31)		最終頁に続く
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

(54) 【発明の名称】 イメージング方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

テラヘルツ波を用いてイメージングするための方法であって、  
検査対象を透過または反射したテラヘルツ波を用いて、前記検査対象の周波数空間における第1のフーリエ変換像を取得する工程と、  
前記検査対象を透過あるいは反射した前記テラヘルツ波の中心波長と異なる中心波長を持つ電磁波を用いて、前記検査対象の周波数空間における第2のフーリエ変換像を取得する工程と、  
 前記第1のフーリエ変換像から前記第2のフーリエ変換像を光学的に除去あるいは電気的な演算処理により減算する演算工程と、を含む  
 ことを特徴とするイメージング方法。

【請求項2】

前記第2のフーリエ変換像を取得する工程は、  
 可視光により検査対象の実像を取得する工程と、  
 前記実像を2値化した像を取得する工程と、  
 前記2値化した像を電気的な演算処理によりフーリエ変換する工程と、を含む  
 ことを特徴とする請求項1に記載のイメージング方法。

【請求項3】

前記第2のフーリエ変換像を取得する工程は、  
 前記第1のフーリエ変換像を取得するために発生させた第1のテラヘルツ波とは中心周

波数が異なる第2のテラヘルツ波を発生させる工程と、

検査対象を透過あるいは反射した前記第2のテラヘルツ波の周波数空間におけるフーリエ変換像を光学的に取得する工程と、を含む  
 ことを特徴とする請求項1または2に記載のイメージング方法。

【請求項4】

テラヘルツ波を用いてイメージングするための方法であって、  
テラヘルツ波を発生させる工程と、  
前記発生させる工程にて発生し、且つ検査対象を透過あるいは反射したテラヘルツ波を用いて得る、前記検査対象の周波数空間における第1のフーリエ変換像を取得する工程と

、  
前記第1のフーリエ変換像の空間周波数フィルタとして用いる周波数空間における第2のフーリエ変換像を取得する工程と、

前記第1のフーリエ変換像と前記第2のフーリエ変換像とを演算する演算工程と、を含む

前記演算工程は、  
予め保存している性別、年齢、国籍ごとの平均的人物の体形から、検査対象に対応する体形の像を読み出す工程と、

前記検査対象に対応する体形の像をフーリエ変換する工程と、を含む  
 ことを特徴とするイメージング方法。

【請求項5】

前記演算工程により取得される像の実空間における逆フーリエ変換像を取得する工程を含む

ことを特徴とする請求項1から4のいずれか1項に記載のイメージング方法。

【請求項6】

テラヘルツ波を用いてイメージングするための装置であって、  
検査対象を透過または反射したテラヘルツ波を用いて、前記検査対象の周波数空間における第1のフーリエ変換像を取得する手段と、

前記検査対象を透過あるいは反射した前記テラヘルツ波の中心波長と異なる中心波長を持つ電磁波を用いて、前記検査対象の周波数空間における第2のフーリエ変換像を取得する手段と、

前記第1のフーリエ変換像から前記第2のフーリエ変換像を光学的に除去あるいは電気的な演算処理により減算する手段と、を有する

ことを特徴とするイメージング装置。

【請求項7】

テラヘルツ波を用いてイメージングするための装置であって、  
テラヘルツ波を発生させる手段と、  
前記発生させる手段にて発生し、且つ検査対象を透過あるいは反射したテラヘルツ波を用いて得る、前記検査対象の周波数空間における第1のフーリエ変換像を取得する手段と

、  
前記第1のフーリエ変換像の空間周波数フィルタとして用いる周波数空間における第2のフーリエ変換像を取得する手段と、

前記第1のフーリエ変換像と前記第2のフーリエ変換像とを演算する演算手段と、を有し、

前記演算手段は、  
予め保存している性別、年齢、国籍ごとの平均的人物の体形から、検査対象に対応する体形の像を読み出す手段と、

前記検査対象に対応する体形の像をフーリエ変換する手段と、を有する  
ことを特徴とするイメージング装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 1 】

本発明は、周波数 30 GHz 以上 30 THz 以下のいわゆるミリ波からテラヘルツ波と呼ばれる周波数領域の電磁波（これ以後、テラヘルツ波と呼ぶ）を用いるイメージング方法及びイメージング装置に関するものである。

## 【 背景技術 】

## 【 0 0 0 2 】

近年、テラヘルツ波を利用した技術開発が盛んである。特に様々な物質に対するテラヘルツ波の透過性を生かした、イメージングへの応用が期待されている。

## 【 0 0 0 3 】

特許文献 1 では、テラヘルツ波を用いた物体内部の可視化方法に関する技術を開示している。特許文献 1 によれば、パルス状のテラヘルツ波を物体の一点に照射し、物体を透過したテラヘルツ波を検出し、かつ物体を移動させることで、物体の透視画像が得られる。

10

## 【 0 0 0 4 】

また、手荷物や所持品以外に、封書などの検査方法も提案されている。特許文献 2 には、封書に同封されている麻薬などの禁止薬物を検査する方法が開示されている。麻薬などの禁止薬物がテラヘルツ帯に有する特徴的な吸収スペクトルなどを利用し、封書等を開封せずに内部の物質を同定するという方法である。

【特許文献 1】特登録 03387721 号公報

【特許文献 2】特開 2004 - 286716 号公報

## 【 発明の開示 】

20

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 5 】

テラヘルツ波を用いた物体内部の可視化を人に適用した場合に、被服を通して皮膚表面で反射・散乱されたテラヘルツ波を検出して画像化することになるので、プライバシー侵害の懸念がある。

## 【 0 0 0 6 】

何も描かれていない紙と、紙の上に鉛筆やインクで文字などが描かれた部分では、テラヘルツ波に対する透過率が異なる。このため、テラヘルツ波によって封書などを開封せずに麻薬等を検査する方法を用いた場合、封書内の手紙の文字が読めてしまう場合もあり、これもまたプライバシーの侵害や、あるいは検閲へとつながる恐れがある。

30

## 【 0 0 0 7 】

このように、テラヘルツ波を用いるイメージングには、可視化する必要のある部分が可視化されると同時に、可視化すると不都合な部分まで可視化されてしまうという課題がある。そこで、本発明ではイメージングを行う際に、可視化する必要のある部分のみを可視化し、可視化すると不都合な部分は可視化しないイメージング方法およびイメージング装置を提供する。

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 0 8 】

本発明に係るイメージング方法は、テラヘルツ波を用いてイメージングするための方法であって、検査対象を透過または反射したテラヘルツ波を用いて、前記検査対象の周波数空間における第 1 のフーリエ変換像を取得する工程と、前記検査対象を透過あるいは反射した前記テラヘルツ波の中心波長と異なる中心波長を持つ電磁波を用いて、前記検査対象の周波数空間における第 2 のフーリエ変換像を取得する工程と、前記第 1 のフーリエ変換像から前記第 2 のフーリエ変換像を光学的に除去あるいは電氣的な演算処理により減算する演算工程と、を含むことを特徴とする。

40

## 【 0 0 0 9 】

また別の本発明に係るイメージング方法は、テラヘルツ波を用いてイメージングするための方法であって、テラヘルツ波を発生させる工程と、前記発生させる工程にて発生し、且つ検査対象を透過あるいは反射したテラヘルツ波を用いて得る、前記検査対象の周波数空間における第 1 のフーリエ変換像を取得する工程と、前記第 1 のフーリエ変換像の空間

50

周波数フィルタとして用いる周波数空間における第2のフーリエ変換像を取得する工程と、  
前記第1のフーリエ変換像と前記第2のフーリエ変換像とを演算する演算工程と、を含み

前記演算工程は、予め保存している性別、年齢、国籍ごとの平均的人物の体形から、検査対象に対応する体形の像を読み出す工程と、前記検査対象に対応する体形の像をフーリエ変換する工程と、を含むことを特徴とする。

【0010】

また、本願発明に係るイメージング装置は、テラヘルツ波を用いてイメージングするための装置であって、検査対象を透過または反射したテラヘルツ波を用いて、前記検査対象の周波数空間における第1のフーリエ変換像を取得する手段と、前記検査対象を透過あるいは反射した前記テラヘルツ波の中心波長と異なる中心波長を持つ電磁波を用いて、前記検査対象の周波数空間における第2のフーリエ変換像を取得する手段と、前記第1のフーリエ変換像から前記第2のフーリエ変換像を光学的に除去あるいは電気的な演算処理により減算する手段と、を有することを特徴とする。

【0011】

また、別の本発明に係るイメージング装置は、テラヘルツ波を用いてイメージングするための装置であって、テラヘルツ波を発生させる手段と、前記発生させる手段にて発生し、且つ検査対象を透過あるいは反射したテラヘルツ波を用いて得る、前記検査対象の周波数空間における第1のフーリエ変換像を取得する手段と、前記第1のフーリエ変換像の空間周波数フィルタとして用いる周波数空間における第2のフーリエ変換像を取得する手段と、前記第1のフーリエ変換像と前記第2のフーリエ変換像とを演算する演算手段と、を有し、前記演算手段は、予め保存している性別、年齢、国籍ごとの平均的人物の体形から、検査対象に対応する体形の像を読み出す手段と、前記検査対象に対応する体形の像をフーリエ変換する手段と、を有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0012】

本発明により、イメージングを行う際に、必要のある部分だけを可視化し、可視化すると不都合な部分は可視化しないことが可能になり、手荷物や所持品、封書などの検査において、プライバシーや通信の秘密を保護することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

本実施形態に係るテラヘルツ波を用いてイメージングするための方法は、以下の工程を有する。すなわち、

(a) テラヘルツ波を発生させる工程

(b) 前記発生させる工程で発生し、且つ検査対象を透過あるいは反射したテラヘルツ波を用いて得た、前記検査対象の第1のフーリエ変換像を取得する工程

(c) 前記第1のフーリエ変換像の空間周波数フィルタとして用いる第2のフーリエ変換像を取得する工程

(d) 前記第1のフーリエ変換像と前記第2のフーリエ変換像を演算する工程

なお、本明細書において、30GHz以上30THz以下の周波数の一部を含む電磁波をテラヘルツ波と呼ぶ。テラヘルツ波は、物質を透過する性質を有し、特に無極性分子で構成される物質に対する透過率が高いことを特徴とする。また、テラヘルツ波の周波数帯域は、物質固有のスペクトルが現れる周波数帯域でもある。

【0014】

以下に、(a)から(d)の工程について、詳述する。

【0015】

(a) テラヘルツ波を発生する工程

テラヘルツ波を発生させるものとして、ガンダイオードや量子カスケードレーザなどが上げられる。

## 【0016】

また、光伝導素子にレーザー光を照射することにより、テラヘルツ波を発生させることができる。このとき、上記レーザー光がパルス状である場合、テラヘルツの周波数帯域を含むパルス波が発生する。また、周波数の異なる2つのレーザー光を合成した光を光伝導素子に照射する場合、テラヘルツの周波数帯域を含む連続波が発生する。ここで、前記合成した光は、2つのレーザー光が有する周波数の差に相当する周波数を有する波となる。レーザー光の周波数を異ならせるには、周波数シフトなどを用いる。

## 【0017】

ここで、本発明はこれらに限るものではない。なお、上記については、実施例で詳述する。

10

## 【0018】

(b) 第1のフーリエ変換像を取得

テラヘルツ波を発生させる工程の後に、前記発生させたテラヘルツ波をコリメートする工程を含むことが好ましい。これにより、精度良く前記第1のフーリエ変換像を光学的に取得することができる。前記発生させたテラヘルツ波を平行光線にコリメートするには、テフロン（登録商標）やポリエチレン等の樹脂で作成したレンズを用いることができる。なお、本発明はこれに限定されるものではない。また、上記については、後述する実施例1で詳述する。

## 【0019】

また、前記第1のフーリエ変換像を取得する工程は、以下の工程を含むことが好ましい。まず、前記にて発生し、且つ検査対象を透過あるいは反射したテラヘルツ波を用いて前記検査対象の実像を光学的に取得する工程である。そして、前記実像を電氣的な演算処理によりフーリエ変換する工程である。これにより、前記第1のフーリエ変換像を電氣的に取得することができる。なお、上記については、後述する実施例5で詳述する。

20

## 【0020】

(c) 第2のフーリエ変換像を取得

前記第2のフーリエ変換像を取得する工程は、以下の工程を含むことが好ましい。まず、可視光により検査対象の実像を取得する工程である。また、前記実像を2値化した像を取得する工程である。そして、前記2値化した像を電氣的な演算処理によりフーリエ変換する工程である。これにより、前記第2のフーリエ変換像を電氣的に取得することができる。なお、上記については、後述する実施例1で詳述する。

30

## 【0021】

また、前記第2のフーリエ変換像を取得する工程は、以下の工程を含むことが好ましい。まず、前記第1のフーリエ変換像を取得するために発生させた第1のテラヘルツ波とは中心周波数が異なる第2のテラヘルツ波を発生させる工程である。そして、前記第2のテラヘルツ波が検査対象を透過あるいは反射したテラヘルツ波のフーリエ変換像を光学的に取得する工程である。これにより、複数の物質が混ざっているものから、ある周波数に特定の指紋スペクトルを有する物質を容易に抽出することができる。なお、上記については、後述する実施例2で詳述する。

## 【0022】

さらに、前記第2のフーリエ変換像を取得する工程は、以下の工程を含むことが好ましい。まず、予め保存している性別、年齢、国籍ごとの平均的人物の体形から、検査対象に対応する体形を読み出す工程である。前記検査対象に対応する体形をフーリエ変換する工程である。これにより、新たに検査対象から像を取得しなくても、前記第2のフーリエ変換像を取得することができる。

40

## 【0023】

(d) 演算する工程

前記演算する工程は、前記第1のフーリエ変換像から前記第2のフーリエ変換像を演算することが好ましい。特に減算することが好ましい。規格化して減算したり、適当な重み付けをして減算したりしても良い。光学的に演算しても良い。これについては、後述する

50

実施例 3 で詳述する。

【 0 0 2 4 】

また、前記演算する工程は、前記第 1 のフーリエ変換像から前記第 2 のフーリエ変換像を電氣的な演算処理により減算することが好ましい。これについては、後述する実施例で詳述する。

【 0 0 2 5 】

(その他)

なお、本実施形態に係るイメージング方法は、前記第 1 のフーリエ変換像から前記第 2 のフーリエ変換像を演算する工程により取得される像の逆フーリエ変換像を取得する工程を更に含むことが好ましい。

10

【 0 0 2 6 】

以下に、上記実施形態に係るテラヘルツ波を用いたイメージング方法の実施例を詳述する。

【実施例】

【 0 0 2 7 】

(実施例 1 : 可視光像の 2 値化のフーリエ変換像で空間周波数フィルタ)

実施例 1 に係るイメージング方法及び装置について図面を用いて説明する。図 1 は実施例 1 によるイメージング方法のシステムを模式図で表したものである。

【 0 0 2 8 】

コヒーレントなテラヘルツ波を発生させる光源 1 1 から出射したテラヘルツ波は、テラヘルツ波照射光学系 1 2 を介して平行光線にコリメートされ、検査対象 1 3 に照射される。検査対象 1 3 で反射・散乱・回折されたテラヘルツ波(透過電磁波及び反射電磁波のうち少なくとも一種のテラヘルツ波)は、フーリエ変換光学系 1 4 を通じてフーリエ変換面 1 4 a 上にフーリエ変換像を形成する。フーリエ変換光学系 1 4 は一つ以上のレンズ又はミラー及びそれらを組み合わせたもので構成される。以後、フーリエ変換光学系 1 4 の具体的構成には主にレンズを例示して述べるが、同様の機能を持つミラーを用いても良い。フーリエ変換面 1 4 a に検出器 1 5 を設置し、検査対象 1 3 のテラヘルツ波フーリエ変換像を撮影・取得する。

20

【 0 0 2 9 】

取得されたフーリエ変換像は、検査対象 1 3 の空間的フーリエ変換像である。像の中心付近に低周波の空間周波数成分が分布し、像の周縁部に高周波の空間周波数成分が分布する。取得されたフーリエ変換像は、電子的情報としてコンピュータ 1 6 に送られ、空間周波数フィルタリング演算工程として電子的に空間周波数フィルタリング処理される。フィルタリング処理の内容は、検査対象によって異なる。代表的な検査対象に対する具体的なフィルタリング処理方法は後述する。

30

【 0 0 3 0 】

フィルタリング処理された画像情報は、そのまま表示部へ送られ、検査者が見られるようディスプレイ上に写される。また、フィルタリング処理された画像情報をそのまま表示しても検査者が判断困難な場合は、前記コンピュータ 1 6 にて画像情報を電子的に逆フーリエ変換演算し、それを表示部で表示しても良い。また、空間周波数フィルタリング処理された情報及び逆フーリエ変換演算された情報を、データベースと照合し、検査対象 1 3 内部に存在する物体の形状や物質などを同定し、検査者が危険物体などを発見するのを補助する。

40

【 0 0 3 1 】

テラヘルツ光源 1 1 やテラヘルツ検出器 1 5、また空間周波数フィルタリング演算工程における演算内容は、検査対象や目的に応じて最適なものを選択する。そこで検査対象 1 3 として人物を想定し、その人物がセラミック等非金属製刃物を所持しているかもしれない場合を想定して更に具体的に説明する。

【 0 0 3 2 】

テラヘルツの光源 1 1 には、0.1 THz 程度の周波数の電磁波を発生する、Gunn

50

ダイオードを用いる。光源 1 1 から出射したテラヘルツ波は、テラヘルツ波照射光学系 1 2 で直径 3 0 c m 程度の平行ビームにコリメートされる。テラヘルツ波照射光学系 1 2 には、テフロン（登録商標）やポリエチレンなどの樹脂で作製したレンズを用いても良いし、ミラーを用いても良い。あるいは、Gunn ダイオードをアレイ化し、各ダイオードの位相をそろえてテラヘルツ波を発生させることで、直接コリメートされたコヒーレントなテラヘルツ波を発生させるフェーズドアレイ方式を用いても良い。

【 0 0 3 3 】

コリメートされたテラヘルツ波は検査対象 1 3 に照射される。コリメートされたテラヘルツ波の直径は 3 0 c m 程度であり、検査対象 1 3 の全身を照射することは出来ないので、検査対象 1 3 の一部分を照射する。テラヘルツ波は検査対象 1 3 の被服を透過し、被服内部の皮膚等で反射・散乱される。反射・散乱されたテラヘルツ波は、フーリエ変換光学系 1 4 を経て、検査対象 1 3 の被服内部の空間的フーリエ変換像をフーリエ変換面 1 4 a に結像する。

10

【 0 0 3 4 】

テラヘルツ波の検出器 1 5 にショットキーダイオードと受信アンテナをアレイ化した検出素子などを用いる。一例として、一素子 3 × 3 m m の検出素子を 6 4 × 6 4 にアレイ化した、一辺が 2 0 c m 程度のアレイアンテナ型検出器が挙げられる。このアレイアンテナ型検出器で空間周波数  $0.2 \text{ mm}^{-1}$ （空間分解能 5 m m）程度までを含むテラヘルツフーリエ変換像を得るために必要な、フーリエ変換光学系 1 4 について述べる。

【 0 0 3 5 】

空間周波数を  $u$ （単位： $\text{mm}^{-1}$ ）、フーリエ変換光学系の焦点距離を  $f$ （単位： $\text{mm}$ ）、テラヘルツ波の波長（単位： $\text{mm}$ ）とし、フーリエ変換面における光軸からの距離（像の高さに相当）を  $y$ （単位： $\text{mm}$ ）とする。これら値の間には、以下の関係式が成り立つことが知られている。

20

$$u = y / ( f )$$

今、 $u = 0.2$ （すなわち空間分解能が 5 m m 程度）、 $y = 100$ （アレイアンテナ型検出器の中心から周縁部までの距離）、 $f = 3$  とすると、フーリエ変換光学系 1 4 に必要な焦点距離は 167 m m となる。フーリエ変換光学系 1 4 を一枚の単レンズで構成するのであれば、レンズの前側焦点に検査対象 1 3 を配置し、レンズの後側焦点に検出器 1 5 を配置するいわゆる  $f - f$  配置をすることでフーリエ変換像が得られる。検査対象に人を想定した場合、検査対象に圧迫感を与えたり、場合によっては凹凸のある検査対象 1 3 と衝突したりする場合もある。また、装置構成によってはテラヘルツ波照射光学系 1 2 と干渉する場合もある。

30

【 0 0 3 6 】

上記の問題が生じないように、レンズの焦点距離をより長く、例えば 50 c m（500 m m）とした場合について述べる。同一の大きさのアレイアンテナである検出器 1 5 を用いるのであれば、 $u = y / ( f )$  の式より、空間周波数は約  $6.7 \times 10^{-3} \text{ mm}^{-1}$ 、つまり空間分解能にして 150 m m 程度となる。空間周波数 0.2 に相当する部分は、光軸から約 30 c m 離れた位置に現れる。この領域に渡って検出器 1 5 をそれだけ広くスキャンすれば十分高い空間周波数成分まで取得することが出来る。また以下に、より短時間にフーリエ変換像取得を行うための手法について述べる。

40

【 0 0 3 7 】

検査対象 1 3 とフーリエ変換光学系 1 4 との距離を保ち、かつ検出器 1 5 の大きさに実用上十分な空間周波数まで含まれるサイズのフーリエ変換像を形成させるために、フーリエ変換光学系 1 4 は複数のレンズ群を組み合わせた構造にする。

【 0 0 3 8 】

そしてその複数のレンズ群の最前面（最も検査対象 1 3 に近い光学面）と検査対象 1 3 までの距離の方が、レンズ群最後面（最も検出器 1 5 に近い光学面）から検出器 1 5 までの距離より長くなる組み合わせの光学系にする。なお、レンズでなくミラーを用いても良い。また、複数のレンズ群の最前面（最も検査対象 1 3 に近い光学面）と検査対象 1 3 ま

50

での距離をフロントフォーカスという。また、レンズ群最後面（最も検出器 15 に近い光学面）から検出器 15 までの距離をバックフォーカスという。

【0039】

例えば、焦点距離 50 cm 程度の凸レンズを第 1 レンズとして検査対象 13 から 100 cm 離れた距離に配置する。そして、焦点距離 15 cm 程度の凸レンズを第 2 レンズとして第 1 レンズから 115 cm 離れた位置に配置し、テラヘルツ検出器 15 を第 2 レンズから 15 cm 離れた位置に配置する。第 1 レンズと第 2 レンズの 2 枚を持ってテラヘルツフーリエ変換光学系 14 とすることもできる。これは、第 1 レンズを検査対象 13 の像をリレーするリレーレンズとして用いている。

【0040】

例として、検査対象 13 を人物とし、その腕の部分にテラヘルツ波を照射した場合を考える。図 2 の (a) は、仮にテラヘルツ波を用いて長袖を着た人物の腕の実像を観察した場合の模式図である。これは、図 1 の像面 14 b に検出器 15 を設置した場合に相当する。半透明に映る衣服 21 a を通して、腕 22 a が見える。図 2 の (b) は、同じく長袖を着た人物の腕の実像を仮にテラヘルツ波を用いて観察した模式図である。腕に非金属製折りたたみカッターナイフをゴムバンド 23 で巻いて袖に下に隠している状況を模している。図では、腕 22 b に巻いたゴムバンド 23 が白で表されている（簡単のため折りたたみカッターナイフは描かない）。

【0041】

図 2 の (c) は、人物の腕（ナイフ・ゴムバンド所持せず）を図 1 のテラヘルツ光学系で観察して得られるフーリエ変換像（14 a に検出器 15 を設置）である。図 2 の (d) は、人物の腕（ナイフ・ゴムバンドを所持）を図 1 のテラヘルツ光学系で観察して得られるフーリエ変換像（14 a に検出器 15 を設置）である。皮膚とゴムバンドではテラヘルツ波の反射率が異なる。ここでは、ゴムバンドの方が皮膚より反射率が高いと仮定する。光学的に得られるフーリエ変換像では、像の中心に直流成分（画像上で全面に渡り均一な成分）が現れ、像の周縁部ほど空間周波数の高周波成分が現れる。図 2 の (c) と (d) では、(d) の像の方がより広がっているが、これはゴムバンドが腕より小さい（すなわち高空間周波数である）ことによる。中心付近の像は腕のフーリエ変換像であり、広がっている像はゴムバンドのフーリエ変換像である。

【0042】

得られたフーリエ変換像は、図 1 のブロック図「空間周波数フィルタリング工程」で処理される。空間周波数フィルタリング工程でいかなるフィルタを用いるかは、検査対象や目的に応じて適切に選択する必要がある。本実施例では、検査対象 13 の可視光像（可視光線による像）を撮像する可視光用カメラ 17 を用いて、以下に述べる方法でフィルタリングを行う。可視光用カメラ 17 は、市販のデジタルカメラなどを用いても良い。

【0043】

図 3 の (a) は、検査対象 13 である前記人物の腕を、可視光用カメラ 17 で撮像し、2 値化したものを模式的に現した図である。可視像であるため衣服の内側は見えない。背景を黒とし、衣服を白とした。図 3 の (b) は、図 3 の (a) をコンピュータを用いてフーリエ変換して得た像である。2 値化とフーリエ変換する一連の作業は、図 1 の空間周波数フィルタ取得工程に相当する。この図 3 の (b) を、空間周波数フィルタとして用い、テラヘルツフーリエ変換像である図 2 の (c) 及び (d) と差分を取る。

【0044】

図 4 の (a) は、ナイフを所持しない腕のテラヘルツフーリエ変換像（図 2 (c)）から、可視像のフーリエ変換像（図 3 (b)）を減算処理した図である。図 4 の (b) は、ナイフを所持した腕のテラヘルツフーリエ変換像（図 2 (d)）から、可視像のフーリエ変換像（図 3 (b)）を減算処理した図である。図 4 の (a)（ナイフ・ゴムバンドを所持しない腕）は、中心付近に僅かに象が残るのみであるが、一方図 4 の (b)（ナイフ・ゴムバンドを所持する腕）は、横長の像が残る。

【0045】

10

20

30

40

50

こうして得られた空間周波数フィルタ処理された図（図4の（a）又は（b））を、図1の表示部に表示する。表示部には、市販の液晶ディスプレイなどを用いればよい。検査者は空間周波数フィルタ処理され、表示された像から、検査対象13の内部（この場合衣服内部）に何かを隠し持っているかどうかを判断する。衣服内部に何も隠し持っていなければ、表示された像は図4の（a）のようにほぼ何も映らないが、衣服内部に腕より小さいものを隠し持っていれば、図4の（b）のように何らかの像が写る。空間周波数領域で現された図4（a）、（b）のような図では、人物の身体的特徴を掴むのはにわかには困難であるため、プライバシーの侵害にはあたらないが、一方で衣服内部に物体を所持しているかどうかは的確に判断できる。

【0046】

検査者の推測・判断を支援するために、特定を行う物品に関するテラヘルツ波によるフーリエ変換画像のデータを予め収集してデータベース化しておき、データベースを用いてテンプレートマッチング処理などを行うことが好ましい。検査対象の内部にある物品の形状または構成物質を高精度に同定することができる。データベースを更新することによって新たな物品の識別への対応も容易にできる。

【0047】

また、図4（a）、（b）のような空間周波数フィルタ処理された像を、コンピュータを用いて逆フーリエ変換しても良い。図1のブロック図における「逆フーリエ変換演算工程」がそれにあたる。図4（a）、（b）を逆フーリエ変換した像は、それぞれ図4の（c）と（d）である。ナイフ・ゴムバンドを所持しない腕の逆フーリエ変換像である図4の（c）では、ほぼ何も映っていないのに対し、ナイフ・ゴムバンドを所持する腕の逆フーリエ変換像である図4の（d）には、ゴムバンドの実像41が現れる。ここで注意すべきは、検査対象03の腕は図4の（d）には現れていないことである。可視像とのフィルタリング処理により、検査対象13の腕は除去されたからである。これにより、検査者が図4の（d）を見ても検査対象13の身体的特徴を掴むことは出来ず、プライバシーの侵害にはあたらない。一方で衣服内部に物体を所持しているかどうかは的確に判断できる。

【0048】

ここでも、逆フーリエ変換像に関してコンピュータによるデータベースとのテンプレートマッチング処理などで、検査者の推測・判断を支援する工程を行っても良い。こうして、検査対象の内部にある物品の形状または構成物質を高精度に同定することができる。

【0049】

本実施例では、検査対象が人物の場合を想定した。人物の身体と衣服は、大きさがそれほど変わらない。一方で人物が何かを衣服内部に隠し持つ場合は、当然隠し持つ物体は身体や衣服よりもサイズが小さい。そこで可視光の像をフーリエ変換した像を空間周波数フィルタとして用いることで、人物の身体を打ち消すことに特徴がある。

【0050】

なお、本実施例では空間周波数フィルタとして可視光の像を用いたが、他の方法もある。例えば、検査対象13の性別・人種や年齢などから、人物の平均的人物の体格を予めデータベースに保管しておき、人物の平均的体格のフーリエ変換像をフィルタとして用いることもできる。

【0051】

なお、本実施例では光源としてGunnダイオードを用いた場合で述べたが、コヒーレントな光源であればこれに限ることはない。例えば、BWO（Backward Wave Oscillator：後進波発振器）やQCL（Quantum Cascade Laser：量子カスケードレーザ）、テラヘルツパラメトリック発振器などを用いても良い。また、検出器にもショットキーダイオードアレイに限らず、マイクロボロメータアレイ等を用いても良い。検出器は検査時間短縮のためにはアレイ検出器を用いるのが望ましいが、点検出器をテラヘルツフーリエ変換像上でスキャンしても良い。なお、前記検出器が前記フーリエ変換像に対する前記空間周波数フィルタリングを兼ねるように構成してもよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 2 】

本実施例では検査対象 1 3 の腕の部分だけを検査した例を示したが、当然腕を調べた後は胴体や足など他の部分も順次調べていくことで、検査対象 1 3 の全身を検査することができる。上述の説明では、コリメートされたテラヘルツ波の直径を 3 0 c m とした。

## 【 0 0 5 3 】

但し、十分な強度のテラヘルツ波を発生させ、かつ直径の大きいレンズ・ミラー等の光学系を用いれば、直径 2 m 程度にテラヘルツ波をコリメートし、検査対象 0 3 の全身のテラヘルツフーリエ変換像を得ても良い。そうすることで、全身の検査を一度に行うことができる。

## 【 0 0 5 4 】

( 実施例 2 : 第 2 の電磁波のフーリエ変換像で空間周波数フィルタ )

実施例 2 は、検査対象が麻薬や爆発物など特定の物質を所持しているかどうかを検査する方法である。よく知られているように、麻薬や爆発物はテラヘルツ波帯に特徴的な吸収スペクトルを有しており、指紋スペクトルと呼ばれる。従来技術である散乱 X 線を用いた透視では、検査対象が非金属の何かを有していることは分かっても、それがただのプラスチックかそれともプラスチック爆弾かを見極めるのは困難である。一方、テラヘルツ波を用いれば、指紋スペクトルを分析することでプラスチックかプラスチック爆弾かを見極めることはできる。

## 【 0 0 5 5 】

例えばプラスチック爆弾の主な成分である RDX ( hexahydro - 1 , 3 , 5 - trinitro - 1 , 3 , 5 - triazine ) は、図 5 に示すように 0 . 8 T H z 付近に吸収スペクトルを持つ。

## 【 0 0 5 6 】

なお、図 5 は、Hai - Bo Liu らの OPTICS EXPRESS Vol . 1 4 , p . 4 1 5 ( 2 0 0 6 ) の Fig . 3 ( c ) より引用した。同文献のタイトルは、 “ Detection and identification of explosive RDX by THz diffuse reflection spectroscopy ” である。

## 【 0 0 5 7 】

ここでは、吸収スペクトルのピークである 0 . 8 T H z と、吸収スペクトルの裾野である 1 . 0 T H z では、0 . 8 T H z の方が約 2 倍の大きい吸収率を持ち、反射率も 0 . 8 T H z のほうが 2 倍近く大きい。

## 【 0 0 5 8 】

そこで図 6 のように、テラヘルツ波の光源 6 1 a、6 1 b に 2 つの異なる中心周波数のテラヘルツ波を発生させる素子を用いる。これは例えば互いに異なる発振波長を有する QCL を二つ並べたものを用いる。または波長可変光源であるテラヘルツ波パラメトリック発振器を用いてもよい。あるいは、波長切り替え可能なテラヘルツ帯ガスレーザでも良い。

## 【 0 0 5 9 】

まず、検出したい物質である RDX に対して反射率が高い 0 . 8 T H z のテラヘルツ波 ( 第 1 の電磁波 6 1、あるいは第 1 のテラヘルツ波 ) 光源 6 1 a から検査対象 6 3 に照射し、テラヘルツ波フーリエ変換像を得る。検査対象 6 3 は実施例 1 と同様長袖を着用しており、RDX ( Research Department Explosive ; トリメチレントリニトロアミン ) を主成分とする爆薬を腕に巻いているとする。実施例 1 と同様にテラヘルツ波照射光学系 6 2 を用いてテラヘルツ波をコリメートして検査対象 6 3 の腕に照射し、フーリエ変換光学系 6 4 を経てテラヘルツ波検出器 6 5 を用いてフーリエ変換像は得られる。図 8 の ( a ) が、0 . 8 T H z のテラヘルツ波を用いて、仮に検出器 6 5 を 6 4 b の位置に設置した場合に得られる、実像である。プラスチック爆弾 8 3 a が白く映っている。図 8 の ( c ) が、検出器 6 5 を 6 4 a のフーリエ変換面に設置して得られたフーリエ変換像である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 6 0 】

次いで、光源を光源 6 1 b 切り替え、1 . 0 T H z のテラヘルツ波（第 2 の電磁波、あるいは第 2 のテラヘルツ波）を用いて同様にフーリエ変換像を得る。図 8 の（ b ）が、1 . 0 T H z のテラヘルツ波を用いて、仮に検出器 6 5 を 6 4 b の位置に設置した場合に得られる、実像である。プラスチック爆弾 8 3 b が白く映っているが、8 3 a よりは薄く映っている。図 8 の（ d ）が、検出器 6 5 を 6 4 a のフーリエ変換面に設置して得られたフーリエ変換像である。

## 【 0 0 6 1 】

フーリエ変換光学系 6 4 について述べる。検出器 6 5 の中心から周縁部までの大きさを 1 0 m m 、波長を 0 . 3 m m とし、空間周波数  $2 \text{ mm}^{-1}$ （空間分解能 0 . 5 m m ）までが検出できるようなフーリエ変換のためのレンズ焦点距離は、1 6 . 7 m m である。空間周波数  $0 . 2 \text{ mm}^{-1}$ （空間分解能 5 m m ）までが検出できるためのレンズ焦点距離は、1 6 7 m m である。よってやはりこの場合も焦点距離が長いリレーレンズと組み合わせて、フロントフォーカスをバックフォーカスより長く設定した複数のレンズ群で構成したフーリエ変換光学系を用いるのが望ましい。

10

## 【 0 0 6 2 】

また焦点距離を固定しておくとして、0 . 8 T H z と 1 . 0 T H z では、フーリエ変換像の大きさが異なる。例えば、空間周波数  $0 . 2 \text{ mm}^{-1}$ （空間分解能 5 m m ）までが検出できるようなフーリエ変換のためのレンズ焦点距離は、1 T H z では 1 6 7 m m である。また、0 . 8 T H z では 1 3 3 m m である。そこで、焦点距離を変えるための機構を設けて焦点距離を可変にし、0 . 8 T H z と 1 . 0 T H z でフーリエ変換像の大きさが等しくなるような構造のフーリエ変換光学系 6 4 を用いる。例えばフーリエ変換光学系を一つの凸レンズと一つの凹レンズの組み合わせとし、両レンズ間距離を調整することで焦点距離可変なフーリエ変換光学系とする。

20

## 【 0 0 6 3 】

例えば図 7 に示すように、検査対象から 1 0 0 c m 離れた位置に焦点距離 5 0 c m の凸レンズを配置し、これをリレーレンズ 7 1 とする。リレーレンズ 7 1 から 1 0 0 c m 離れた位置に焦点距離 6 0 m m の凸レンズ 7 2 を配置し、凸レンズ 7 2 から 2 8 m m 離れた位置に焦点距離 5 0 m m の凹レンズ 7 3 を配置する。凸レンズ 7 2 と凹レンズ 7 3 が組み合わせることで、焦点距離 1 6 6 . 7 m m のフーリエ変換レンズとして作用する。この組み合わせのときに、周波数 1 T H z のテラヘルツ波を用いてフーリエ変換像を得る。

30

## 【 0 0 6 4 】

次いで、凸レンズ 7 2 と凹レンズ 7 3 の間の距離を 3 2 . 5 m m に変更する。レンズ間距離を変更することで、焦点距離 1 3 3 . 3 m m のフーリエ変換レンズとして作用し、周波数 0 . 8 T H z のテラヘルツ波を用いてフーリエ変換像を得る。焦点距離を帰ることで、テラヘルツ波の周波数を変更しても、検出器上でフーリエ変換像の大きさを一定に保つことができる。

## 【 0 0 6 5 】

焦点距離を変える機構として本実施例では、フーリエ変換レンズを二つのレンズを機械的に移動する機構を用いて相対的にレンズどうしの距離を変える機構を採用した。レンズどうしの距離を変える機構としては、レンズをレンズホルダー 7 4（ a ） 、（ b ）に保持し、レンズホルダー 7 4（ a ） 、（ b ）を光学レール 7 5 に保持し、スライドさせる。図では、各部の特徴を明瞭に記すため、必ずしも実際の寸法の比とは一致しない。

40

## 【 0 0 6 6 】

またフーリエ変換光学系 6 4 と検査対象 6 3 の相対的距離を光軸方向及び光軸と垂直な方向で変化させる機構を有しているとなおよい。例えば、フーリエ変換光学系を車輪付き三脚に設置しても良い。焦点距離可変機構とフーリエ変換光学系 6 4 と検査対象 6 3 の相対的距離を光軸方向及び光軸と垂直な方向で変化させる機構の両方を有する態様も好ましい。

## 【 0 0 6 7 】

50

本実施例では、1.0 THzのテラヘルツ波で得られたフーリエ変換像を空間周波数フィルタとする。すなわち、1.0 THzのテラヘルツ波で得られたフーリエ変換像を、図6における空間周波数フィルタ取得工程に送る。

【0068】

0.8 THzのテラヘルツ波で得られたフーリエ変換像は、図6の空間周波数フィルタ演算工程にて前記1.0 THzのテラヘルツ波で得られたフーリエ変換像と減算処理される。減算処理された結果が、図8の(e)である。また図8の(e)を逆フーリエ変換演算工程で逆変換したものが、図8の(f)である。プラスチック爆弾84が映っているのが分かる。図8の(e)又は(f)は表示部にて検査者に表示される。検査対象63がRDXを有しているか否かの判断を支援するために、データベースが有する情報と照らし合わせることもできる。

10

【0069】

皮膚や衣服のテラヘルツ波に対する反射率は、0.8 THzと1.0 THzのように比較的接近した周波数においては大きな違いはない。検査対象63が有する物質が、単なるプラスチックで出来ている場合、0.8 THzと1.0 THzで反射率に大きな違いは無いため、得られる2つのフーリエ変換像はほぼ同じ物となる。このため、減算処理をすると互いに打ち消しあって全面でほぼ値がゼロの真っ暗な像となる。一方、検査対象63が有する物質が0.8 THzと1.0 THzで反射率が大きく異なるRDXのような物質を持っている場合には、図8の(d)のように反射率が異なる物体だけが実像として得られる。

20

【0070】

また、更に多くの周波数のテラヘルツ波を用いて、より正確に物質の同定を行うこともできる。例えば3つ又は4つの異なる周波数のテラヘルツ波(第3の電磁波、第4の電磁波)を用いることで、正確さが向上する。

【0071】

即ち、RDX以外にもたまたま0.8 THz近傍に吸収ピークを有する物質が存在するかもしれない。但し、1.35 THzや1.5 THzとその近傍の周波数で同様の工程を行い、両方の周波数においても像が得られた場合、検査対象がRDXを有している可能性が極めて高くなる。一方で0.8 THzの場合にのみ像が得られた場合は、たまたま0.8 THzに吸収ピークを有する別の物質である可能性が高い。こうした物質の同定は、コンピュータ66における「形状・物質同定工程」にて行う。

30

【0072】

本実施例でも、検査対象の衣服内部の実像を可視化せずに、検知したい物質のみを抽出して可視化できるため、プライバシーの侵害にならない。また本実施例では、プラスチック爆弾など指紋スペクトルに基づく特定の物質だけを抽出して可視化できるため、検査としての効果がより高い。

【0073】

(実施例3:透過型)

実施例3を、図9を用いて説明する。

【0074】

検査対象93として、麻薬や爆薬が同封されているかもしれない封書を想定する。テラヘルツ波の光源91(例えば3.0 THzのガスレーザー)から出射したテラヘルツ波を、照明光学系92で平行光にコリメートする。コリメートされたテラヘルツ波は、検査対象93に照射される。散乱・透過したテラヘルツ波はフーリエ変換光学系94を経て検出器95にて検査対象93のフーリエ変換像を結ぶ。

40

【0075】

封書中の手紙に鉛筆やトナー、インクで描かれた文字部分で散乱されたテラヘルツ波は、高空間周波数成分として得られたフーリエ変換像の周縁部分に回折される。一方封書内に仕込まれた麻薬や爆薬は、文字などに比べれば大きいサイズであるが、封書全体よりは小さいサイズであることが予想される。その場合、中程度の空間周波数成分としてフーリエ

50

変換像の中心からやや離れた付近に現れる。封書全体の回折像は、フーリエ変換像の中心に現れる。そこで、空間周波数フィルタ 96 を用いて光学的に高空間周波数成分と低空間周波数成分を除去する。空間周波数フィルタ 96 には、輪状の金属板 98 などを用いる。これは、いわゆるバンドパスフィルタである。あるいは、検出器 95 に単一素子の検出器を用い、中空周波数成分が回折する部分にのみ検出器を配置した輪状の検出器アレイ 99 を用いても良い。これは、空間周波数フィルタと検出器が一体化した一つの形態と言える。

【0076】

光学的に空間周波数フィルタリング処理され、検出器 95 で検出されたテラヘルツフーリエ変換像は、コンピュータ 97 を通じてそのまま表示部で検査者に対して表示される。または、あるいはコンピュータを用いて逆フーリエ変換し（逆フーリエ変換演算工程）、その後表示部で検査者に対して表示される。

10

【0077】

あるいは、逆フーリエ変換演算工程での逆フーリエ変換を、コンピュータで行わずに光学的に行ってもよい。すなわち、図 10 のように逆フーリエ変換光学系 107 を用いても良い。

【0078】

（実施例 4：差周波を有する連続波を発生）

実施例 4 を、図 11 を用いて説明する。

【0079】

半導体レーザ 111a 及び 111b から出射したレーザ光は、光ファイバー 112a 及び 112b を通って結合器 113 にて合波される。合波されたレーザ光は光ファイバー 114 を通って光伝導素子 115 に入射される。ここで光伝導素子 115 は、テラヘルツ波の発生に一般的に用いられる、低温成長ガリウムヒ素などの化合物半導体上に一对の電極を有する素子であり、電極対は典型的には 5  $\mu\text{m}$  の間隙を有して対向している。レーザ光を間隙に照射し、電極対に 10 V 程度の電圧を照射することで、2 つの半導体レーザ 111a 及び 111b のレーザ光の周波数差に相当するテラヘルツ波が発生する。例えば、111a から出射するレーザ光を 780 nm、111b から出射するレーザ光を 778 nm とすると、1 THz の周波数のテラヘルツ波が光伝導素子 115 から発生する。この方法は、いわゆる差周波発生法、またはビート法などと呼ばれている。

20

30

【0080】

差周波発生法で発生したテラヘルツ波は、コヒーレントな連続光であることが特徴である。また、半導体レーザの一方（例えば 111a）を外部共振器付波長可変レーザとすることで、発生するテラヘルツ波の周波数を変更することが出来る。

【0081】

発生したテラヘルツ波 116 は、レンズ 117 を用いてコリメートされ、検査対象へ照射される。検査対象へ照射した後は、例えば実施例 1 と同様の方法でフーリエ変換像を得る。

【0082】

本実施例の方法では、テラヘルツ波の周波数を連続的に可変できるため、それぞれ異なる吸収スペクトルを有する様々な物質の検知に有効である。

40

【0083】

（実施例 5：電気光学サンプリング法）

実施例 5 を、図 12 を用いて説明する。

【0084】

再生増幅モードロックチタンサファイアレーザ 1210 から出射したレーザ光はビームスプリッターにて二つに分けられ、一方は光伝導素子 1202 に入射する。光伝導素子から発生したパルス状テラヘルツ波は、レンズ 1203 にてコリメートされた後に検査対象 1204 を照射する。検査対象 1204 にて散乱されたテラヘルツ波は、レンズ 1205 及び 1210 を経て、厚さ 2 mm 程度の ZnTe 結晶 1211 上にフーリエ変換像を形成

50

する。一方ビームスプリッターにて分けられたもう一方のレーザー光は、時間遅延器 1 2 0 6 を経てレンズ 1 2 0 7、偏光子 1 2 0 8 を通り、ペリクル 1 2 0 9 でテラヘルツ波と合流する。レンズ 1 2 1 0 を経て Z n T e 結晶 1 2 1 1 を透過したレーザー光は、テラヘルツ波による電気光学効果により、一部が楕円偏光となる。検光子 1 2 1 2 を経ることでレーザー光の強弱はテラヘルツ波の強弱を反映したものとなる。レーザー光の強弱を C C D カメラ 1 2 1 3 にて撮影することで、テラヘルツ波の 2 D 像を得ることができる。この方法は、いわゆる電気光学サンプリング法（または E O サンプリング法）と呼ばれる方法である。

#### 【 0 0 8 5 】

E O サンプリング法を用いて、検査対象 1 2 0 4 のフーリエ変換像を光学的に取得する。E O サンプリング法で用いるテラヘルツ波はパルス状であり、典型的には 0 . 3 ~ 3 . 0 T H z 程度の周波数を含む広帯域なテラヘルツ波である。時間遅延器 1 2 0 6 を用いることでテラヘルツ波の時間波形を得ることができ、それを周波数領域へフーリエ変換することで周波数スペクトルを取得できる（空間的フーリエ変換ではない）。このため、E O サンプリング法を用いることで、広い周波数領域に渡るフーリエ変換像を得ることができる。

10

#### 【 0 0 8 6 】

（実施例 6：実像を電氣的な演算処理により空間的フーリエ変換を行う）

また、図 1 3 のように Z n T e 結晶 1 3 1 を、検査対象 1 3 2 からの散乱テラヘルツ波の実像が得られる箇所に配置することで、E O サンプリング法により検査対象 1 3 2 の実像のテラヘルツ波が得られる。これを直接表示部で表示せず、電子的演算処理を用いて空間的フーリエ変換を行ない、その後空間周波数フィルタリングなどの処理を施した後に、表示部で表示することができる。

20

#### 【 0 0 8 7 】

この方法では、電子的にフーリエ変換する過程で様々なフィルタ（ハミングフィルタやハンニングフィルタなど）を施すことができ、よりノイズを低減させることができるという点で有効である。

#### 【 図面の簡単な説明 】

#### 【 0 0 8 8 】

【 図 1 】 イメージング方法と装置の模式図

【 図 2 】 実像とフーリエ変換像模式図

30

【 図 3 】 空間周波数フィルタ模式図

【 図 4 】 フィルタリング処理後模式図

【 図 5 】 R D X の吸収・反射スペクトル

【 図 6 】 イメージング方法と装置の模式図

【 図 7 】 焦点距離可変の模式図

【 図 8 】 実像とフーリエ変換像、フィルタ処理後の模式図

【 図 9 】 光学的フィルタを用いた模式図

【 図 1 0 】 光学的逆フーリエ変換光学系を用いた模式図

【 図 1 1 】 差周波発生方式を用いる場合の模式図

【 図 1 2 】 E O サンプリング法を用いる場合の模式図

40

【 図 1 3 】 E O サンプリング法を用いて実像を電子的にフーリエ変換する場合の模式図

#### 【 符号の説明 】

#### 【 0 0 8 9 】

1 1 , 6 1 a , 6 1 b , 9 1 , 1 0 1 光源

1 2 , 6 2 , 9 2 , 1 0 2 テラヘルツ波照明光学系

1 3 , 6 3 , 9 3 , 1 0 3、1 2 0 3、1 0 3 検査対象

1 4 , 6 4 , 9 4 , 1 0 4 フーリエ変換光学系

1 4 a , 6 4 a フーリエ変換面

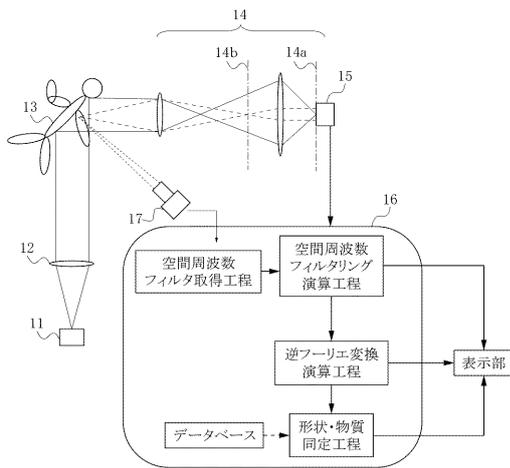
1 4 b , 6 4 b 実像面

1 5 , 6 5 , 9 5 , 1 0 5 検出器

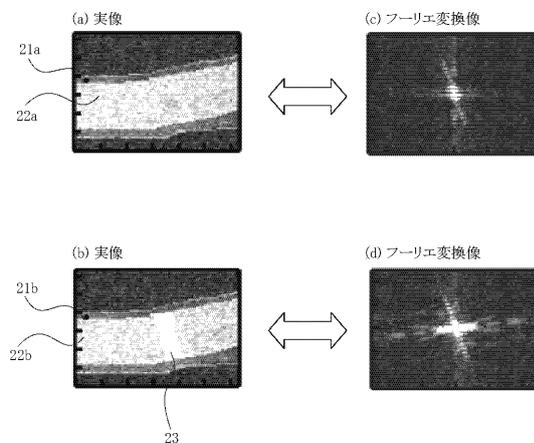
50

- 1 6 , 6 6 , 9 7 コンピュータ
- 1 7 可視光用カメラ
- 2 1 a , 2 1 b , 8 1 a , 8 1 b 衣服
- 2 2 a , 2 2 b , 8 2 a , 8 2 b 腕
- 2 3 , 4 1 ゴムバンド
- 8 3 a , 8 3 b , 8 4 プラスチック爆弾
- 9 6 空間周波数フィルタ
- 9 8 金属板空間周波数フィルタ
- 9 9 輪状配置検出器
- 1 0 1 逆フーリエ変換光学系

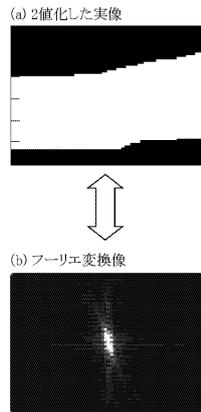
【図 1】



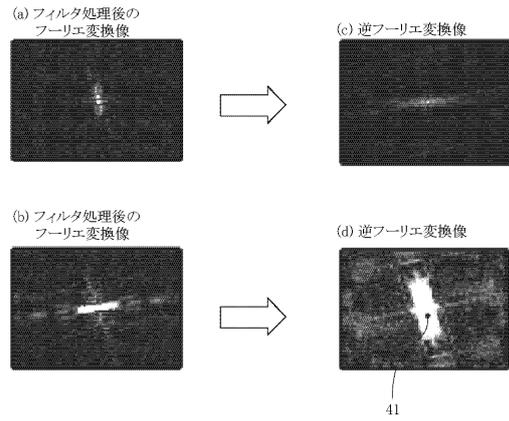
【図 2】



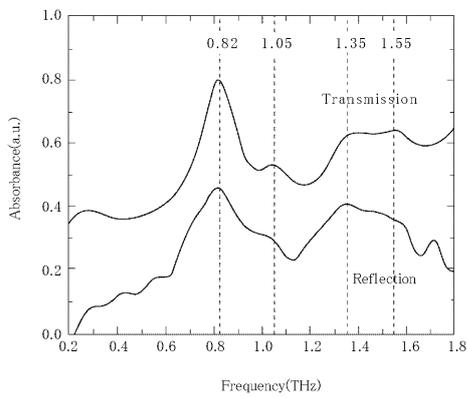
【図3】



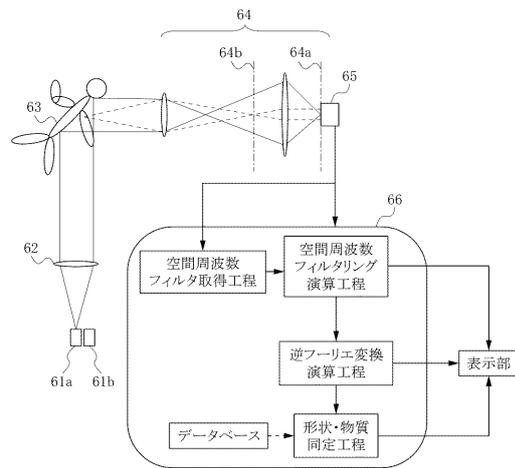
【図4】



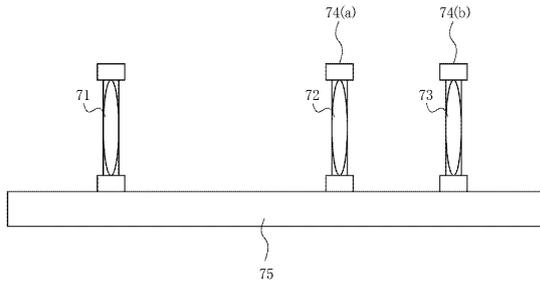
【図5】



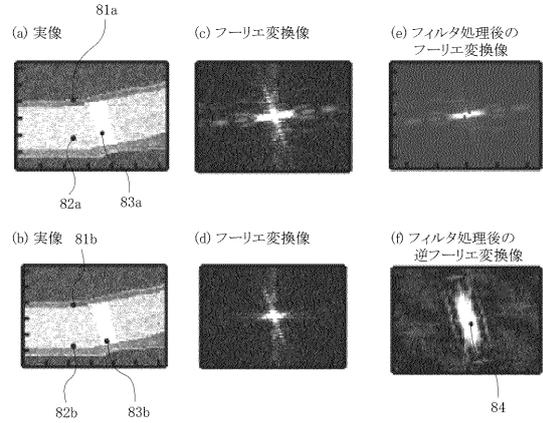
【図6】



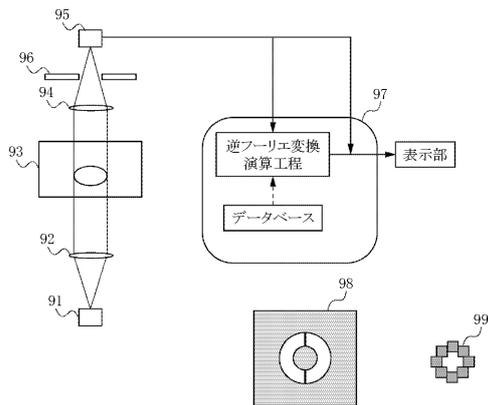
【図7】



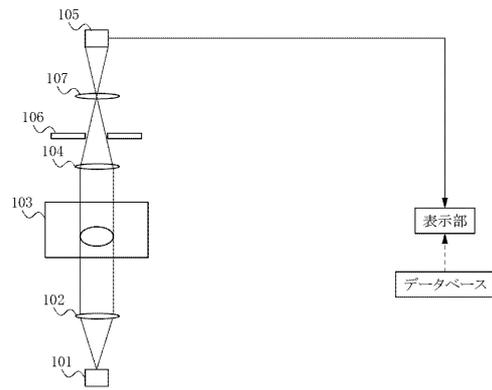
【図8】



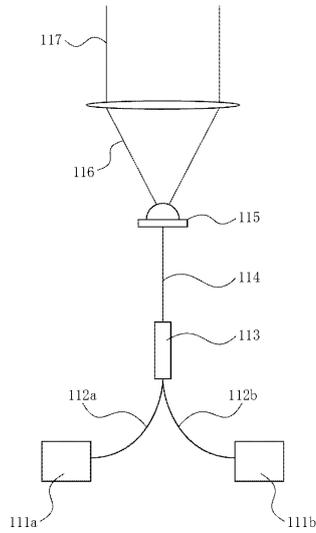
【図9】



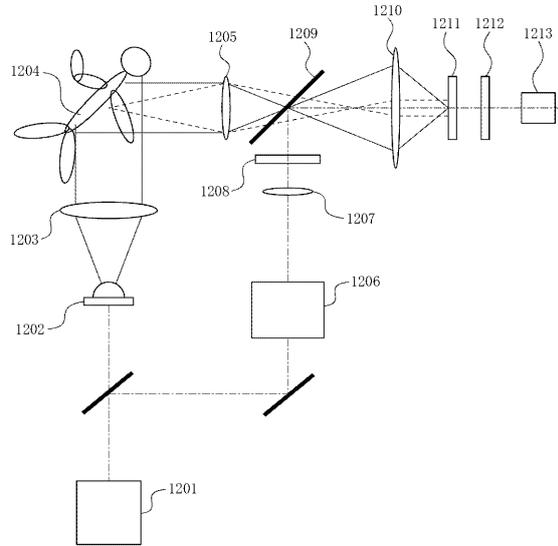
【図10】



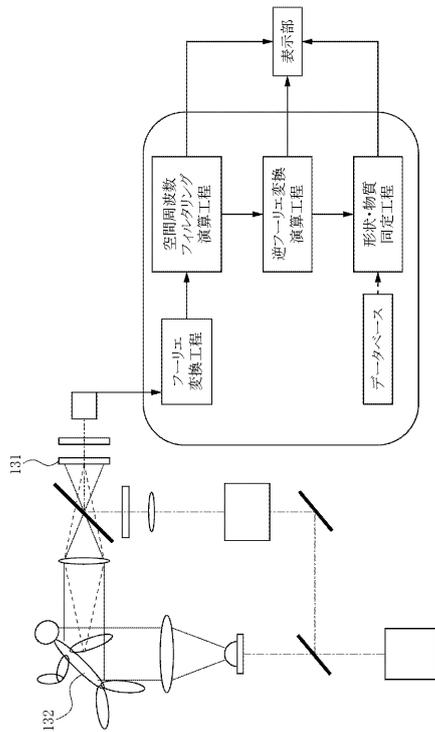
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2002-243426(JP,A)  
特開2001-349714(JP,A)  
国際公開第2005/106437(WO,A1)  
特表2007-517275(JP,A)  
国際公開第2006/078570(WO,A1)  
特開2005-315596(JP,A)  
特開2006-234587(JP,A)  
特開2001-008112(JP,A)  
国際公開第2006/119609(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N21/00-21/01, 21/17-21/61  
G01N21/84-21/958  
JSTPlus, JST7580