

(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2009-531841
(P2009-531841A)

(43) 公表日 平成21年9月3日(2009.9.3)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
HO 1 L 31/0264 (2006.01) HO 1 L 31/08 L 5 F 0 8 8

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2009-501952 (P2009-501952)
(86) (22) 出願日 平成19年3月29日 (2007.3.29)
(85) 翻訳文提出日 平成20年11月25日 (2008.11.25)
(86) 国際出願番号 PCT/EP2007/002790
(87) 国際公開番号 W02007/112925
(87) 国際公開日 平成19年10月11日 (2007.10.11)
(31) 優先権主張番号 102006014801.0
(32) 優先日 平成18年3月29日 (2006.3.29)
(33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

(71) 出願人 508290002
エルヴェーテナーハー・アーヘン・ユニバー
シティ
RWTH AACHEN UNIVERS
ITY
ドイツ国, 52074 アーヘン, ソマー
フェルトストラッセ 24
(74) 代理人 100087941
弁理士 杉本 修司
(74) 代理人 100086793
弁理士 野田 雅士
(74) 代理人 100112829
弁理士 堤 健郎
(74) 代理人 100144082
弁理士 林田 久美子

最終頁に続く

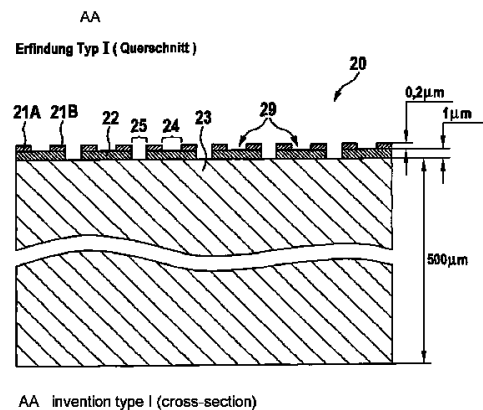
(54) 【発明の名称】 テラヘルツアンテナアレー、テラヘルツアンテナアレーシステムおよびテラヘルツアンテナアレーの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 構造が単純化され、製造が容易なテラヘルツアンテナアレーを提供する。

【解決手段】 複数のテラヘルツアンテナ (29、39、49、49'、49'') を備え、各テラヘルツアンテナ (29、39、49、49'、49'') は光導電領域 (22、32、42) と、光導電領域 (22、32、42) の少なくとも一部にまたがって横方向に延びるスペーサ領域 (24、34、44) を介して相互に隔離されて配置される第1電極 (21A、21B、31A、31B、41A、41B) および第2電極 (21B、31B) とを有する。アレー (20、30、40) の隣接する THz アンテナ (29、39、49、49'、49'') 間の横方向領域 (25、35、45) は光導電性ではなく、特に光導電材料を含まない。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のテラヘルツアンテナ（29、39、49、49'、49''）を有するテラヘルツアンテナアレー（20、30、40、50）であって、

前記テラヘルツアンテナ（29、39、49、49'、49''）は、光導電領域（22、32、42）、第1電極（21A、31A、41A）、および第2電極（21B、31B、41B）を備え、

前記電極は、前記光導電領域（22、32、42）の少なくとも一部分上を水平方向に延びるスペース領域（24、34、44）によって間隔を空けて配置され、

隣接するテラヘルツアンテナ（29、39、49、49'、49''）間の横方向領域（25、35、45）は非光導電性である、テラヘルツアンテナアレー（20、30、40、50）。 10

【請求項 2】

請求項 1 において、前記隣接するテラヘルツアンテナ（29、39、49、49'、49''）間の前記横方向領域（25、35、45）には光導電性材料が存在しない、テラヘルツアンテナアレー（20、30、40、50）。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 において、前記光導電領域（22、32、42）は、前記スペース領域（24、34、44）および前記電極（21A、21B、31A、31B、41A、41B）を超えて突き出ない横方向の部分に限定されている、テラヘルツアンテナアレー（20、30、40、50）。 20

【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれか一項において、前記アレー（20、30、40）における隣接するテラヘルツアンテナ（29、39、49、49'、49''）間の前記横方向領域（25、35、45）は、テラヘルツ周波数範囲内の吸収および/または散乱が他の周波数範囲よりも小さい、テラヘルツアンテナアレー（20、30、40、50）。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか一項において、前記アレー（20、30、40）における隣接するテラヘルツアンテナ（29、39、49、49'、49''）間の前記横方向領域（25、35、45）は、光学的に透明および/または非導電性である、テラヘルツアンテナアレー（20、30、40、50）。 30

【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれか一項において、前記隣接するテラヘルツアンテナ（29、39、49、49'、49''）間の前記横方向領域（25、35、45）は、基板（12）、具体的には、サファイアまたは石英ガラス基板（23、33、43）によって形成されている、テラヘルツアンテナアレー（20、30、40、50）。

【請求項 7】

請求項 1 から 6 のいずれか一項において、前記隣接するテラヘルツアンテナ（29、39、49、49'、49''）間の前記横方向領域（25、35、45）には、前記光導電領域（22、32、42）および/または前記電極（21A、21B、31A、31B、41A、41B）の蒸着材料が存在しない、テラヘルツアンテナアレー（20、30、40、50）。 40

【請求項 8】

請求項 1 から 7 のいずれか一項において、前記テラヘルツアンテナ（29、39、49、49'、49''）は、前記光導電領域（22、32、42）における、具体的には 0.9 eV を超えるエネルギーの、具体的には 650 nm ~ 1200 nm までの波長範囲、好ましくは 750 nm ~ 850 nm の波長範囲の集光されたパルスの光励起に適するように設計されている、テラヘルツアンテナアレー（20、30、40、50）。

【請求項 9】

請求項 1 から 8 のいずれか一項において、前記テラヘルツアンテナ（29、39、49 50

、49'、49'')は金属 - 半導体 - 金属構造体によって形成されており、前記電極 (21A、21B、31A、31B、41A、41B)は金属材料によって形成され、前記光導電領域 (22、32、42)は半導体材料によって形成されている、テラヘルツアンテナレー (20、30、40、50)。

【請求項10】

請求項1から9のいずれか一項において、前記光導電領域 (22、32、42)はLT-GaAsによって形成されている、テラヘルツアンテナレー (20、30、40、50)。

【請求項11】

請求項1から10のいずれか一項において、前記光導電領域 (22、32、42)は前記電極 (21A、21B、31A、31B、41A、41B)の下側に配置された少なくとも一つの層 (32A)、具体的には前記スペース領域 (24、34、44)および前記電極 (21A、21B、31A、31B、41A、41B)の前記横方向の部分に延びる層 (32A)、を備えている、テラヘルツアンテナレー (20、30、40、50)。

10

【請求項12】

請求項1から10のいずれか一項において、前記光導電領域 (22、32、42)は前記電極 (21A、21B、31A、31B、41A、41B)間に配置された少なくとも一つの層 (32B)、具体的には前記スペース領域 (24、34、44)の前記横方向の部分に延びる層 (32B)、を備えている、テラヘルツアンテナレー (20、30、40、50)。

20

【請求項13】

請求項1から12のいずれか一項において、前記光導電領域 (22、32、42)の厚みは10 μ m、好ましくは5 μ m、好ましくは2 μ m、好ましくは1 μ mに以下であり、具体的には少なくとも0.5 μ mの厚さを有する、テラヘルツアンテナレー (20、30、40、50)。

【請求項14】

請求項1から13のいずれか一項において、前記テラヘルツアンテナ (29、39、49、49'、49'')はフィンガ構造の電極 (21A、21B、31A、31B、41A、41B)によって形成されている、テラヘルツアンテナレー (20、30、40、50)。

30

【請求項15】

請求項1から14のいずれか一項において、前記フィンガ構造のフィンガ (41A、41B)はテラヘルツ共振器を構成する形状である、テラヘルツアンテナレー (20、30、40、50)。

【請求項16】

請求項1から15のいずれか一項において、前記フィンガ構造のフィンガ (41A、41B)は、フィンガの横方向の部分に、前記光導電領域 (22、32、42)から離れる方向に向くT字形状部 (46)を有する、テラヘルツアンテナレー (20、30、40、50)。

【請求項17】

請求項1から16のいずれか一項において、少なくとも第1の複数のテラヘルツアンテナ (49')が第2の複数のテラヘルツアンテナ (49'')とは異なる電位にある、テラヘルツアンテナレー (20、30、40、50)。

40

【請求項18】

請求項1から17のいずれか一項において、前記隣接するテラヘルツアンテナ (29、39、49、49'、49'')の間隔、具体的にはテラヘルツアンテナの中心間の距離は、 $\lambda/40 \sim \lambda/1.5$ の範囲、好ましくは $\lambda/20$ 、具体的には $\lambda/40 \sim \lambda/10$ の範囲、好ましくは $\lambda/2$ 、具体的には $\lambda/4 \sim \lambda/1.5$ の範囲、好ましくは $\lambda/10$ よりも大きい、具体的には $\lambda/8$ よりも大きい、テラヘルツアンテナレー (20、30、40、50)。

50

【請求項 19】

請求項 1 から 18 のいずれか一項において、励起側に、好ましくはテラヘルツアンテナ (29、39、49、49'、49'') よりも上方に、マイクロレンズが配置され、好ましくは、前記テラヘルツアンテナアレー (20、30、40) の少なくとも一部、好ましくは全部の上方において、テラヘルツアンテナ (29、39、49、49'、49'') の励起側にマイクロレンズアレー (55) が配列されている、テラヘルツアンテナアレー (20、30、40、50)。

【請求項 20】

請求項 1 から 19 のいずれか一項において、前記テラヘルツアンテナ (29、39、49、49'、49'') が、電界増幅手段を、具体的には前記励起側に、好ましくは前記光導電領域 (22、32、42) 内および / または前記光導電領域 (22、32、42) 上に、具体的には前記スペース領域 (24、34、44) 内に備える、テラヘルツアンテナアレー (20、30、40、50)。

10

【請求項 21】

請求項 1 から 20 のいずれか一項において、前記電界増幅手段が、高い誘電定数のナノスケール材料の形態で、具体的には金属材料の形態で、好ましくは金属ナノ粒子の機能層として、形成されている、テラヘルツアンテナアレー (20、30、40、50)。

【請求項 22】

請求項 1 から 21 のいずれかに記載の複数のテラヘルツアンテナアレー (20、30、40、50) で構成されたシステムであって、

20

少なくとも第 1 の複数のテラヘルツアンテナアレー (20、30、40、50) は第 2 の複数のテラヘルツアンテナアレー (20、30、40、50) とは異なる電位にある、システム。

【請求項 23】

複数のテラヘルツアンテナ (29、39、49、49'、49'') を有するテラヘルツアンテナアレー (20、30、40、50) を製造する方法であって、

THz アンテナ (22、39、49'、49'') は、光導電領域 (22、32、42)、第 1 電極 (21A、31A、41A)、および第 2 電極 (21B、31B、41B) を備え、前記電極は、前記光導電領域 (22、32、42) の少なくとも一部分上を横方向に延びるスペース領域 (24、34、44) によって間隔を空けて配置されており、

30

- 光導電領域 (22、32、42) を有する出発材料 (51) を準備し、

- 前記光導電領域 (22、32、42) 上に前記電極 (21A、21B、31A、31B、41A、41B) を形成し、

- 前記アレー (20、30、40、50) 内の隣接するテラヘルツアンテナ (29、39、49、49'、49'') 間の横方向領域 (25、35、45) における前記光導電領域 (22、32、42) の一部を除去し、前記アレー (20、30、40、50) における隣接するテラヘルツアンテナ (29、39、49、49'、49'') 間の横方向領域 (25、35、45) は非光導電構造とし、

- 得られたテラヘルツアンテナアレー (20、30、40、50) の構造体を前記出発材料からリフトオフして非光導電基板に転写する、テラヘルツアレーの製造方法。

40

【請求項 24】

請求項 23 において、前記光導電領域 (22、32、42) は、前記スペース領域 (24、34、44) の横方向部分を越えて突き出ない、または前記スペース領域 (24、34、44) および前記電極 (21A、21B、31A、31B、41A、41B) の横方向部分を越えて突き出ない横方向部分に限定されている、テラヘルツアレーの製造方法。

【請求項 25】

請求項 23 または 24 において、前記電極は、気化による金属層の蒸着および / または必要でない電極部位のリフトオフによって形成される、テラヘルツアレーの製造方法。

【請求項 26】

請求項 23 から 25 のいずれか一項において、前記電極は、必要でない部位の化学エッ

50

チングによって形成される、テラヘルツアレーの製造方法。

【請求項 27】

請求項 23 から 26 のいずれか一項において、前記光導電領域 (22、32、42) の一部の除去は、前記アレー (20、30、40) における隣接するテラヘルツアンテナ (29、39、49、49'、49'') 間の横方向領域 (25、35、45) の化学エッチングによって実現される、テラヘルツアレーの製造方法。

【請求項 28】

請求項 23 から 27 のいずれか一項において、前記出発材料からのリフトオフは、前記光導電領域 (22、32、42) の下側の犠牲領域の化学エッチングによって実現される、テラヘルツアレーの製造方法。

10

【請求項 29】

請求項 23 から 28 のいずれか一項において、前記テラヘルツアンテナ (29、39、49、49'、49'') は、 / 40 ~ / 1.5 の範囲、好ましくは / 20、好ましくは / 2 の間隔で配列されている、テラヘルツアレーの製造方法。

【請求項 30】

請求項 23 から 29 のいずれか一項において、テラヘルツアンテナ (29、39、49、49'、49'') の励起側にマイクロレンズ、好ましくはマイクロレンズアレーが配列されている、テラヘルツアレーの製造方法。

【請求項 31】

請求項 23 から 30 のいずれか一項において、テラヘルツアンテナ (29、39、49、49'、49'') には電界増幅手段が設けられ、具体的には前記電界増幅手段が高誘電定数のナノスケール材料である、テラヘルツアレーの製造方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の THz アンテナ (テラヘルツアンテナ) を備える THz アンテナアレーに関する。THz アンテナは、光導電領域と、前記光導電領域の少なくとも一部の上側を横方向 (水平方向) に延びるスペーサ領域により相互に隔離されて配置された第 1 電極および第 2 電極とを有する。本発明はさらに、複数の THz アンテナを備える THz アンテナアレーを製造する方法に関する。ここでも、THz アンテナは、光導電領域と、前記光導電領域の少なくとも一部の上を横方向に延びるスペーサ領域により相互に隔離されて配置された第 1 電極および第 2 電極とを有する。

30

【背景技術】

【0002】

THz アンテナは異なる方法で構成および製造することができ、これら THz アンテナは特に受信機および / または送信機として使用することが可能である。

【0003】

THz アンテナの第 1 の基本的な形態は、ミクロ的微小構造体 (100 μm 未満) から肉眼で見えるミリメートル構造体 (> 1 mm) までの範囲を対象に設計されるセミラージ (ミドルサイズ) の単一アンテナ構造体を提供する。このような THz アンテナは、Stone の論文 "Electrical and Radiation Characteristics of Semilarge Photoconductive Terahertz Emitters", IEEE 会報、マイクロ波理論 / 技術編、第 52 巻第 10 号、2004 年 10 月、に記載されている。

40

【0004】

米国特許第 5,401,953 号は、ミリメートル未満の領域の放射線を発生する集積モジュールを開示する。このモジュールは、共通電源によってバイアスされた N 個の光導電スイッチのアレーを備え、共通の光パルスの光路差が、各スイッチによって異なる光遅延の繰返し速度となる。N 個のスイッチは、N 個のスイッチのアレー全体に沿って、点放射源としてミリメートル未満の放射線を全方向へ球状に放射する単一アンテナまで移動するパルスによってトリガされる。

50

【 0 0 0 5 】

これに対して、複数のTHzアンテナまたはTHzアンテナ構造体で構成される冒頭で定義されたタイプのTHzアンテナアレーは、出力を増大させたり調節可能にさせたりするのみでなく、指向特性が改良されている。THzアンテナまたはTHzアンテナ構造体は基本的に、介在する光導電材料、即ち通常電荷キャリアが光学的に生成可能な半導体材料の領域によって隔離された2つの電極を備える。個々のTHzアンテナまたはTHzアンテナ構造体は通常ミクロ的大きさである。これによる問題点は、一般に、THz遠方電磁界の破壊的干渉を防止するために、個々のTHzアンテナをアレーの素子として非干渉化することである。例えばフィンガ構造では、アレーの隣接する素子、例えば介在する光導電材料を有する2つのフィンガは、逆極性でバイアスされる。このため、これまでのところ、アレーの個々の素子を非干渉化するための様々な可能性が提供されている。

10

【 0 0 0 6 】

Saeedkiaらの論文 "Analyses and Design of a Continuous-Wafer Terahertz Photoconductive Photomixer Array Source" IEEE会報、アンテナ/伝搬編、第53巻第12号、2005年12月には、2つのレーザの周波数混合による光励起の位置依存変調の可能性について記載されている。周波数混合によって達成される光強度変調は、電荷キャリアが同一方向の電界に曝されるアレーの素子のようなアンテナ構造体またはアンテナにおいてのみ、THz放射線を放射する電荷キャリアを生成する。これは、THz遠方電磁界における構造上の干渉を発生する。しかし、これは、光励起変調がTHzアンテナアレー内のTHzアンテナの配置に可能な限り正確に適応されることを前提とする。このため、この方法はあまり柔軟性がなく、高価でエラーも発生しやすいことが実証されている。さらに、周波数混合のための追加構成要素も必要である。これは、励起変調にバイナリ格子の発生を使用する方法の場合も同様である。

20

【 0 0 0 7 】

Dreyhauptらの論文 "High-intensity terahertz radiation from a microstructured large-area photoconductor" 応用物理学論文集86、121114 (2005年)では、THzアンテナアレーにおけるTHzアンテナ間の特定の領域における光励起が光吸収材料によって抑止されるという点において、この欠点が解消されている。この事例では、THz放射電荷キャリアは、THzアンテナアレーのうちの、同一方向の電界に曝される領域内でのみ光学的に生成されることが可能である。一般に全ての隣接する電極間に存在する光導電材料(通常は基板である)は、その上に置かれる光吸収材料によって覆われる。この場合の欠点は、特にTHzアンテナアレーの適切な領域を光学的に遮蔽するための追加の2層材料が蒸着されなければならない(これは少なくとも隣接するTHzアンテナの電極を絶縁するための電気絶縁層を含み、かつこの上に、通常は金属層である非透過性の層が蒸着される)ことから、このような構造体の製造は比較的高価であることである。図1は、このようなTHzアンテナアレーを示す断面図である。この断面図に示される追加の光遮蔽層は、一般にアンテナ構成の性能に悪影響を与える場合がある。THzアンテナアレーの光遮蔽領域では、一般に全体の50%を超える暗電流が発生することから、暗電流が比較的大きいことが分かっている。この結果、THzエミッタの場合はTHzアンテナアレーによるエネルギー消費量が高まり、THz検出器の場合は感度が低下する。さらに、このようなアレーの製造は比較的高価であることが立証されている。

30

40

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 8 】

冒頭で定義されたタイプのTHzアンテナアレーの単純化された構造および単純化された製造が望ましい。

【 0 0 0 9 】

上述の点が本発明の導入される理由であり、本発明の目的は、改良された特性を有し、かつ具体的には既知のアンテナアレーおよび製造方法よりも単純化されている、THzアンテナアレーおよびその製造方法を特定することにある。

50

【課題を解決するための手段】

【0010】

THzアンテナアレーに関する上述の課題は、本発明により、冒頭で定義されたタイプのTHzアンテナアレーによって解決される。本発明によれば、THzアンテナアレーにおいて、アレー内の隣接するTHzアンテナ間の横方向領域は、事実上非光導電性であるように、すなわち、THzアンテナのある領域内におけるような光導電性は発生し得ないが、無視できるほど小さいように構成される。この目的を達成するために、具体的には、アレー内の隣接するTHzアンテナ間の横方向領域には事実上光導電性物質がないことが条件となる。言い換えると、アレー内の隣接するTHz作用素子、即ちTHzアンテナまたはTHz構造体は、本質的に光導電性に関して相互に絶縁される。これは、冒頭で説明された、隣接するTHz作用素子間の領域も光導電性であるタイプの従来の構造体とは異なる。

10

【0011】

製造方法に関する課題は、本発明により、冒頭で定義されたタイプの製造方法によって解決される。本発明による製造方法では、

- 光導電領域を有する出発材料が準備され、
- 前記光導電領域に電極が形成され、

- アレー内の隣接するTHzアンテナ間の横方向領域（水平方向領域）が、アレー内の隣接するTHzアンテナ間の横方向領域における前記光導電領域の一部を除去することによって非光導電性となるように構成され、

20

- このようにして得られるTHzアンテナアレーの構造体が前記出発材料からリフトオフ剥離され、基板上に転写される。

【0012】

したがって、本発明の概念は、アレー内の隣接するTHzアンテナ間の横方向領域をそれに従って事実上非光導電構造にする、アレー内のTHz作用素子、すなわちTHzアンテナまたはTHzアンテナ構造体の直接的な非干渉性を条件とする。これの実現において、本発明では、アレー内の隣接するTHzアンテナ間における横方向領域の光導電性電荷キャリアの光生成が本質的に不可能であるか無視できるほど少ないことの必要性を認識しており、したがって、これらの領域では、破壊的遠方電磁界干渉に寄与する可能性のあるTHz放射線の放射は本質的に発生し得ない。これにより、アンテナ非干渉化のための追加的方策（例えば、光励起の位置依存変調など）がバイナリ格子によって実施されるか否かにかかわらず、隣接するTHzアンテナ間の横方向領域の周波数混合または光遮蔽は不必要となる。

30

【0013】

この考察をさらに進めると、本発明は、アレー内の隣接するTHzアンテナ間における横方向領域の光導電領域の一部は除去され、具体的には完全に除去されることを可能にする。完全に除去される場合、対応するTHzアンテナアレーは、詳細には、実質的にスペーサ領域の水平部（横方向部分）を超えて突き出ない、またはスペーサ領域の水平部（横方向部分）および電極を超えては突き出ない水平部（横方向部分）に限定される光導電領域を提供する。

40

【0014】

本発明の発想および対応する製造方法に従って実現されるTHzアンテナアレーは、比較的薄い光導電膜を使用するエピタキシャルリフトオフ法の原理を独創的に利用する。したがって、本発明の概念によるアンテナアレーの素子を形成するTHz放射を放射または検出する構造体は、全表面光励起を有する多様な光学システムに、特に柔軟にかつ低コストで追加の構成要素を必要とせずに対応される。放射電力または検出感度は、これまでの既知のTHzアンテナアレーに比べて最適化されることが立証されている。本発明の概念によるTHzアンテナアレーは通常、少なくとも50%低減された暗電流を示し、これが検出器の消費または感度を追加的に高めることも証明されている。さらに、冒頭で定義された最新技術における欠点は大幅に回避される。さらに、特殊な用途の枠組みの中で光励

50

起の追加的な位置依存変調を有することが要求される場合、本発明は、周波数混合光励起またはバイナリ格子を精密に調整するための公差範囲を拡大する利点を提供する。材料の追加的な光遮断層は、一般に必要でなくなる。本発明の概念によるTHzアンテナアレーの製造は、特に効率的かつ低コストで実行可能である。

【0015】

本発明の有利な改良点は、従属クレームから特定することができ、また設定された課題の枠組み内で先に説明された概念を実現するための並びにさらなる利点に関連する、改良点の有利な可能性を詳細に特定する。

【0016】

出発材料からTHzアンテナアレーの処理される構造体をリフトオフする製造プロセスにおいて採用されるのが望ましいエピタキシャルリフトオフ法に起因して、支持基板に関して半導体材料は原理的に不可欠なものでないことが証明されている。改良の枠組内で、支持基板は、適切な用途に最適化された特性を有するものを採用することができる。具体的には、アレー内の隣接するTHzアンテナ間の横方向領域は、THz周波数領域内の吸収および/または散乱が比較的小さいのが有利であることが立証されている。さらに、アレー内の隣接するTHzアンテナ間の横方向領域は光透過性および/または非光導電性を有するように構成されてもよい。電氣的損失または散乱効果は、有利には、THz周波数領域および光領域の双方において大幅に回避することができる。この状況においては、アレー内の隣接するTHzアンテナ間の横方向領域が基板によって、具体的にはサファイアまたは石英ガラス基板によって形成されるのが特に有利であることが立証されている。また、基板が必ずしも光透過性である必要のない範囲では、例えば非ドープシリコンも、THz領域における吸収および/または散乱が比較的小さい理由により適する。

10

20

【0017】

好ましくは、隣接するTHzアンテナ間の横方向領域には、特に光導電領域および/または電極の蒸着レベルにおいて、物質が存在しない。すなわち、アレー内の隣接するTHzアンテナ間の横方向領域は、製造プロセス中に事実上完全に除去される。

【0018】

本発明の概念による、具体的には前記改良によるTHzアンテナアレーは、好ましくは光導電性材料に応じて、0.9 eVを超えるエネルギーでの光導電領域における集光されたパルスによる光励起に対して最適化されるように有利に設計される。光励起は、好ましくは、この後にフェムト秒レーザーパルスによって、具体的には、650 nm ~ 1200 nmの波長範囲、好ましくは750 nm ~ 850 nmの波長範囲のレーザーパルスによって発生する。具体的には、THzアンテナは金属-半導体-金属構造体(MSM構造体)によって形成され、この構造体では、電極は金属で製造され、光導電領域が半導体で製造される。光導電領域は、特に有利にはLT-GaAsから製造される。これにより、光導電領域におけるTHz放射線の放射または検出に適する伝導キャリアの特性は、特に有利に調節可能になる。

30

【0019】

さらに、本発明の概念の枠組み内で、前記THzアンテナアレーにおけるTHzアンテナの異なる有利な形状が見出された。

40

【0020】

特に好ましい第1の変形形態では、光導電領域は電極の下側に配置された少なくとも1つの光導電層、具体的には、スペーサ領域の水平部および電極に延びる層を有する。

【0021】

さらに、または代替として、特に好ましい第2の変形形態では、光導電領域は、おそらくは電極間のみ配置される少なくとも1つの光導電層、具体的には、必要に応じてスペーサ領域の水平部の上側にのみ延びる層を有する。

【0022】

さらに、光導電領域の厚みは、有利には、10 μm、好ましくは5 μm、好ましくは2 μm、好ましくは1 μmに限定されることが立証されている。具体的には、光導電領域は

50

、有利には少なくとも $0.5\ \mu\text{m}$ の厚みを有することが立証されている。

【0023】

本発明の概念の枠組み内では、フィンガ構造である電極によって構成されるTHzアンテナが特に効果的であることが分かっている。本発明の特に有利な改良においては、フィンガ構造の1つのフィンガがTHz共振器の形成に寄与する形状を有することができる。このようにして、所定のTHz周波数領域内に共振ピークを得ることができる。特に有利には、フィンガ構造のこのフィンガはさらに、その水平部に光導電領域から離れる方向を向くT字形の形状を有する。

【0024】

本発明の特に好ましい別の改良においては、第1の複数のTHzアンテナは第2の複数のTHzアンテナとは異なる電位にある。これは、THzアンテナの電位を制御することによって放射変調の追加の可能性をもたらす。この特に好ましい改良では、さらに、本発明は結果的に、少なくとも第1の複数のTHzアンテナアレーが第2の複数のTHzアンテナアレーとは異なる電位に存在する先に述べたタイプの複数のTHzアンテナアレーで構成されるシステムを実現する。

10

【0025】

THzアンテナアレーの他の有利な改良は他の従属クレームから特定されてもよく、主として効率を高めるのに役立つ。これは、アレー設計および/またはアンテナ設計における単独の異なる方策または組み合わせ方策で達成可能であって、THzアンテナアレーおよび/またはTHzアンテナの層および/または表面の光励起および機能化を改善する。好ましくは、THzアンテナの間隔は比較的大きく、具体的には $\lambda/2$ に選定される。光励起を集中させおよび方向づけるために、マイクロレンズまたはマイクロレンズアレーが設けられてもよい。高誘電率のナノ粒子の機能化配列は、電界を増幅する作用をしてもよい。

20

【0026】

製造方法に関しては、本発明の有利な改良点は、従属クレームから特定されてもよく、設定された目的の枠組み内で説明された概念を実現するための、利点に関連する効果的な可能性を詳細に特定する。

【0027】

本発明の第1の好ましい改良においては、電極の形成中に、金属層を蒸着により堆積させることができ、望まれない電極領域をリフトオフできる。第2の代替的または追加の改良においては、電極の形成は、望まれない電極領域の化学エッチングによってなされてもよい。

30

【0028】

好ましくは、光導電領域は、実質的にスペーサ領域の水平部を超えて突き出ない、またはスペーサ領域の水平部および電極を超えては突き出ない水平部に限定される。

【0029】

光導電領域の前記水平部の除去は、好ましくは、アレー内の隣接するTHzアンテナ間の横方向領域の化学エッチングの後になされる。

【0030】

出発材料からこのようにして製造されるTHzアンテナアレー構造体のリフトオフ（剥離）は、有利には、光導電領域よりも下側の犠牲領域の化学エッチングによって行われる。

40

【0031】

他の好ましい製造工程は、従属クレームから特定されてもよく、有利には効率を上げるのに役立つ。

【0032】

次に、図面を参照して、および同様に部分的に図示される最新技術に関連して本発明の例示的な実施形態について説明する。これは、例示的な実施形態の実質的な詳細を提示することを意図するものではなく、図面は、説明を目的として概略的に、および/または僅

50

かに変形した形で表されている。図面から直接識別できる教示内容の補足に関しては、関連する最新技術を参照する。

【 0 0 3 3 】

同時に、実施形態の形態および詳細に関しては、本発明の一般概念を逸脱することなく多くの修正および変更を実行できることに留意すべきである。これまでの説明、図面およびクレームにおいて開示されている本発明の特徴は、単独および任意の組み合わせの双方において本発明の改良にとって不可欠である場合がある。本発明の一般概念は、以下に示され、または説明される実施形態の正確な形態または詳細に限定されるものではなく、またクレームにおいて請求される主題に関連して制限される主題に限定されない。寸法範囲が特定される場合、その限界内に存在する値は限界値としても開示され、どのような方法でも使用可能であり、特許請求可能である。

10

【 0 0 3 4 】

次に、本発明をより詳細に理解するために、図面を参照して本発明の好ましい実施形態について説明する。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 3 5 】

図 1 は、冒頭で定義されている Dreyhaupt らの論文による既知の THz エミッタを示す概略断面図である。互いにかみ合う 2 つのフィンガ電極 1 1 は、半導体 GaAs ウェーハ 1 2 の表面上で光リソグラフィによって処理されている。フィンガ電極 1 1 のフィンガ間のスペース領域は 5 μm である。フィンガ電極 1 1 の金属化は、5 nm のクロムと 200 nm の金とから成る。別の不透明金属化層は光不透過性の金属層 1 4 であり、クロム - 金で構成されている。この金属層 1 4 は、第 2 のフィンガ電極のスペース領域をそれぞれ覆っている。この第 2 の金属層 1 4 は、厚さ約 2 μm のポリイミド層または厚さ 560 nm の酸化珪素層の絶縁層 1 3 によってフィンガ電極 1 1 の第 1 の金属層から絶縁されている。GaAs ウェーハ 1 2 の基板は、約 500 μm の厚みを有する。フィンガ電極がバイアスされると、フィンガ電極 1 1 の隣り合うフィンガ間の電界方向が逆となる。各フィンガ電極 1 1 上の第 2 の不透明な光不透過金属層 1 4 に起因して、光励起は、同じ電界方向を表す、光導電基板 1 2 の基本的に完全な光導電性の領域においてのみ発生する。したがって、光励起の後、ある領域でのみ生成された光導電キャリアは完全に光導電性である基板の光励起領域全体で一方向に加速され、これにより光導電基板 1 2 によって放射される THz 放射が遠方電磁界において干渉して強め合う。

20

30

【 0 0 3 6 】

図 1 においてコーティング 1 3、1 4 が追加的に必要とされるのを回避するために、具体的には、THz アンテナアレーのより単純な準備および対応する単純化された製造方法を達成するために、本発明の概念は、隣接する THz アンテナ間の横方向領域が事実上非光導電性の構造である、即ち THz アンテナの一領域におけるような光導電は発生し得ない、または無視できるほど小さい THz アンテナアレー 2 0、3 0、4 0 を提供する。図 1 ~ 図 8 に示されるとおり、これは、隣接する THz アンテナ間の横方向領域に光導電性材料が存在しないことで達成される。

【 0 0 3 7 】

この概念による第 1 の好ましい実施形態を、図 2 に示す。図 2 は、複数の THz アンテナ 2 9 を有する THz アンテナアレー 2 0 の断面図であり、THz アンテナ 2 9 は光導電領域 2 2 と、第 1 電極 2 1 A と、第 2 電極 2 1 B とを備える。電極 2 1 A、2 1 B は、光導電領域 2 2 の少なくとも一部分の上を横方向（水平方向）に延びるスペース領域 2 4 によって間隔を空けて配置される。本発明の概念によれば、アレー 2 0 において隣接する THz アンテナ 2 9 間の横方向領域 2 5 は非光導電性構造である。本実施形態は、領域 2 5 に光導電性材料を設けない。この場合、光導電領域 2 2 は、スペース領域 2 4 と電極 2 1 A、2 1 B の横方向を超えない横方向の伸展部（水平部）に限定される。光導電領域は、THz 放射に有利な短い電荷キャリア寿命を有する LT-GaAs から形成される。これは、一般に光導電材料に使用される GaAs 基板（LT-GaAs に比べて比較的長い電

40

50

荷キャリア寿命を有しかつ比較的不利な散乱および減衰特性を有する)に勝る利点を有する。電極 2 1 A、2 1 B の厚みは、約 2 0 0 n m である。光導電領域の厚みは約 1 , 0 0 0 n m であり、したがって、一般に使用される光導電層より明らかに薄い。基板の厚みは、5 0 0 μ m の範囲内である。図 2 に示される実施形態では、基板は、光透過性、光非導電性の基板としてサファイア基板 2 3 で形成されている。これは、T H z および光周波数領域の両方において特に小さい散乱および減衰を示す。

【 0 0 3 8 】

図 3 は、同じく複数の T H z アンテナを有する T H z アンテナアレー 3 0 の特に好ましい別の実施形態を示し、T H z アンテナ 3 9 は、光導電領域 3 2 と、光導電領域 3 2 の少なくとも一部分を覆って横方向に延びるスペース領域 3 4 によって間隔を空けて配置された第 1 電極 3 1 A および第 2 電極 3 1 B とを備える。T H z アンテナ 3 9 は、非ドーピングシリコン基板 3 3 上に形成されている。層の厚みは、図 2 における層と同様に生成される。

10

【 0 0 3 9 】

図 3 に示される実施形態では、電極 3 1 A、3 1 B は「埋込み式」である。図 2 に示される実施形態とは異なり、光導電領域 3 2 は、図 2 におけるように電極 3 1 A、3 1 B の下側に配置されかつスペース領域 3 4 の横方向の伸展部および電極 3 1 A、3 1 B に延びる層 3 2 A に加えて、別の光導電層 3 2 B を有する。この光導電領域はまた、電極 3 1 A、3 1 B 間に配置され、この場合はスペース領域 3 4 の横方向の伸展部(水平部)のみに延びる層 3 2 B を有する。

20

【 0 0 4 0 】

図 4 は、図 2 および図 3 の断面図に示される実施形態の平面図であり、同じ参照符号が相応して使用されている。この図では、電極 2 1 A、2 1 B、3 1 A、3 1 B のフィンガ構造が明らかである。

【 0 0 4 1 】

図 5 は、図 2 に示される実施形態による T H z アンテナアレーの構造を示す、即ち出発材料からのエピタキシャルリフトオフよりも前の T H z アンテナアレーを示す適切な倍率の顕微鏡写真である。

【 0 0 4 2 】

本製造方法では、出発材料は、図 8 (a) に概略的に示されているように準備される。この場合、1 0 0 n m の G a A s (図示せず)、犠牲層としての 1 0 0 n m の A l A s 5 2 および厚みが 5 0 0 n m ~ 2 0 0 0 n m の範囲の L T - G a A s 層 5 3 で構成されるエピタキシャル付着 (epitaxially applied) されたヘテロ構造層を有する G a A s 基板 5 1 である。

30

【 0 0 4 3 】

図 8 (b) のフィンガ構造体 5 4 の形体の電極の形成は、一方の手順では、感光性コーティング上でのスピニングおよびこれに続くリソグラフィによって実行できる。これに続いて、電極物質の金属蒸着が行われ、次に、アセトン内での感光性コーティングの溶解による不要な金属表面のリフトオフが実行される。他方の手順では、まず金属蒸着を行ない、次に感光性コーティング上のスピニング、続いてリソグラフィを実施することができる。これに続いて、不要な金属電極部位の湿式化学エッチングが実行される。

40

【 0 0 4 4 】

図 5 に示される方法の段階では、感光性コーティングのスピニングが追加実行され、次にリソグラフィが実行される。その後、図 8 (c) のように、アレー内の隣接する T H z アンテナ間の L T - G a A s 横方向領域が、湿式化学手段または乾式化学手段によってエッチングされ除去される。

【 0 0 4 5 】

図 8 (d) のとおり、例えばフッ化水素酸における A l A s 犠牲層の湿式化学エッチングの結果として、図 5 に示すアンテナアレー構造体 5 2 全体のエピタキシャルリフトオフ (剥離) が発生する。

【 0 0 4 6 】

50

図6は、詳細には示されていない図8(e)に示す支持基板55上への転写を行った後の図5におけるTHzアンテナアレーを示す。基板55は、THz領域において比較的少ない吸収および散乱を示す非ドーブシリコンであってもよく、また任意選択として、および追加的に、サファイアまたは石英ガラス等の光透過基板であってもよい。図8(f)は、本製造プロセスの終わりにおける最終的なTHzアンテナアレーを示す。

【0047】

図5および図6に示される顕微鏡写真は詳細なものである。GaAs出発基板51上では多数のアンテナアレーが並行処理されるため、製造においては比較的多量の個体数が得られる。

【0048】

図7は、本発明によるTHzアンテナアレー40の特に好ましい別の実施形態を示す、図4に類似する概略平面図であり、同様に、電極41A、41Bのフィンガ構造がスペース領域44の介在を伴って示されている。このスペース領域44は、光導電領域42の少なくとも一部分を覆って横方向に延びる。アレー40内のTHzアンテナ49は、図5および図6を参照して説明された製造方法に従って非ドーブシリコン基板43上に形成される。フィンガ構造体のフィンガ状電極41A、41Bは、THz共振器の形成に寄与する光導電領域(電極41A、41B間の方形状領域48)から離れた方向を向くT字形状体46を、横方向の伸展部において有する。

【0049】

さらに、より詳しくは示されていないが、第1の複数のTHzアンテナ49'は、第2の複数のTHzアンテナ49''とは異なる電位に設定できる。その結果、特に、前記共振器46を別々に制御することができ、および/またはアレー全体の放射特性を有利に変調することができる。

【0050】

上述のTHzアンテナアレー20、30、40の製造に関するこれまでに述べたマイクロ技術手法は、さらに、ナノテクノロジー、光通信学およびマイクロシステム方法を利用することによって、達成可能なTHz出力信号パワーを好ましくは少なくとも10倍は向上することができる。これら方法を利用することによって、製造コストが増大してしまうことはほとんどない。このため、図9は上述のTHzアンテナアレー20、30、40の概略図を示している。この場合、詳細には、斜線で示される光励起において、具体的には光導電領域22、32、42におい同一のTHzアンテナ29、39、49、49'、49''を示している。この光励起は、第1電極21A、31A、41Aと第2電極21B、31B、41Bとの間の改良によって既に集光されており、詳細には示されていないTHz透過基板を通してTHz放射53が取り出される。すなわち、光は透過方向の励起側から出ていく。光励起が集中されるこの改良された概念は、ここでは詳細に示されていない、THzアンテナに対する励起側のマイクロレンズの配列によって達成可能である。図9には詳細に示されていない隣接する2つのTHzアンテナ間の間隔を、例えば、本図のように金属-半導体-金属配列(MSMアンテナ)でTHz波長の $\lambda/2$ の長さまで拡大することにより、THzアンテナアレーの利得は大幅に向上される。

【0051】

図10および図11は、これらの、および他の改良を示し、これらは、第1に構成要素設計に関連し、第2に光励起に関連し、第3に金属ナノ粒子による半導体表面の機能化による効率向上に関連する。本事例の場合、これらはTHzアンテナアレー50の別の好ましい実施形態において実現され、アンテナアレーの古典的場の理論の電位を改良した形で利用する。この場合、個々のMSMアンテナ素子59の、例えば図9または先行する各図に示されている間隔DをTHz放射の波長の例えば $\lambda/20$ から $\lambda/2$ の長さまで拡大することにより、THzアンテナアレーの配列の利得を大幅に向上させることができ、その結果、周囲の全体システムにおける光学的損失は著しく低減される。この利得は、個々のアンテナ59の電磁結合にも依存するが、これも同様に、屈折率の適合化などの有利な方策によって改善することが可能である。個々のMSMアンテナ素子59の間隔Dを拡大す

10

20

30

40

50

る上述の方策によって、必要に応じて、前記利得は10倍またはそれ以上まで増加することができる。

【0052】

アンテナの間隔Dの拡大は、中間の不活性表面の拡大、即ち先の図面に示されているスペース領域24、34、44の拡大を意味する可能性がある。図10に示されるTHzアンテナアレー50の実施形態において、図9で説明されたマイクロレンズを用いる収束の概念を進展させて、マイクロレンズアレー55が、THzアンテナアレー50におけるTHzアンテナ59よりも上方の励起側に組み込まれる。マイクロレンズアレー55は本装置の構成要素である。マイクロレンズアレー55は、光励起ビームとなる光励起51をTHzアンテナアレーにおいて反復して配置されたアンテナ59上に集光させる。この方法では、図10に示されるとおり、活性領域のみを、即ち先の図面に示されるスペース領域24、34、44を照射することが可能であり、およびこの方法では、光励起エネルギーをより効率的に利用できる。このため、特にTHzアンテナアレー50上に設けられるマイクロレンズアレーは、要求されるアンテナ間隔Dに適合するように設計可能である。さらに、光励起51を一方の電極21A、31A、41Aと他方の電極21B、31B、41Bとの間のスペース領域24、34、44上に集光させる場合、集光に必要な実際の面積をスペース領域24、34、44の伸展部よりも小さくなるように設計することも立証されている。また、結局は、スペース領域の伸展部よりも下側にこのタイプの光励起51が集光することから、スペース領域24、34、44に生成される電荷キャリアはその利用できる容積が大きく、これによりスクリーニング効果は低減される。その結果、効率が向上することも判明している。また、光学的集中(集光)を中心よりも陽極に近づけて生成する、または、陰極に近づけて集中させることは、これにより同じくスクリーニング効果が比較的強く維持され、これによりTHz放射の効率を高めることができることから有利である場合がある。

10

20

【0053】

THz信号発生における別の改良は、本事例の場合のように、例えば、相互に分離される金のナノ粒子から成る蒸着層である半導体表面の改質過程において達成できる。本事例では、高い誘電定数を有する、数ナノメートルの範囲の直径を有する粒子形状の金属および他の材料が、センサ表面を大きくするためだけでなく、光励起によって生成される電荷キャリアの場の力学に影響を与えるためにも使用される。具体的には、励起によって表面プラズモン共鳴が達成され、また粒子サイズおよび密度の関数として、様々な吸収特性を生成することができる。このような金属ナノ粒子のすぐ近くにプラズモン励起の場合に高強度の場が発生するが、これを、例えば本THzアンテナアレーの感度を向上させるために利用することもできる。本事例では、この改良において、層61における金属ナノ粒子の光プラズモン共鳴特性を変換効率の上昇に利用することが認識されている。本事例では、これは、エミッタとして設計されるTHzアレー50の光導電効率を高める作用をし、または光導電検出器の感度を高める作用もする。図11は、図10におけるTHzアンテナアレー50を三次元的に示したものである。マイクロレンズアレー55は、上述のとおり、THzアンテナアレー50と統合されてTHz放射成分を形成することができる。本事例の場合、図11にはフィンガ構造であるTHzアンテナ配列が概略的に示され、その上に、機能化されたナノスケール表面61が推定位置で示されている。

30

40

【0054】

本事例の場合、このような表面61は低コストのプロセスとして、例えばSiO₂表面上に金のナノ粒子を蒸着する過程で得ることができる。図12は、このような例を示す。電子ビーム気化プロセスを用いて、高さ2ナノメートルおよび直径3~6ナノメートルを有する金粒子が約20ナノメートルの平均間隔で製造される。これに関連して、図12のAFM写真はAu粒子の明確な分離を示している。これは、例えば図9または図10に示すようなエミッタにおけるTHz変換の効率向上効果を得る上で特に適する。図1~図8に示されているTHzアンテナアレーは、このために使用できる。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 5 5 】

【 図 1 】 冒頭で定義されているDreyhauptらの論文に記載されている T H z アンテナアレーの断面図である。

【 図 2 】 本発明の概念による T H z アンテナアレーの第 1 実施形態を示す断面図である。

【 図 3 】 本発明の概念による T H z アンテナアレーの第 2 実施形態を示す断面図である。

【 図 4 】 図 2 および図 3 による実施形態の平面図である。

【 図 5 】 半導体出発材料からのエピタキシャルリフトオフより前の本発明の概念による T H z アンテナアレーの構造を示す顕微鏡写真である。

【 図 6 】 図 5 の T H z アンテナアレーの光透過性基板への転写後を示す顕微鏡写真である。

10

【 図 7 】 共振器要素を構成する T H z アンテナアレーの別の実施形態の平面図である。

【 図 8 】 (a) ~ (f) は、好ましい実施形態の製造方法を示す略図である。

【 図 9 】 好ましい実施形態の励起および放射プロセスを示す概略図である。

【 図 1 0 】 好ましい別の実施形態の励起および放射プロセスを示す概略図である。

【 図 1 1 】 他の好ましい実施形態の三次元の半透明略図である。

【 図 1 2 】 ナノ粒子を使用する T H z アンテナアレーの機能化表面の典型的バージョンを示す A F M 写真である。

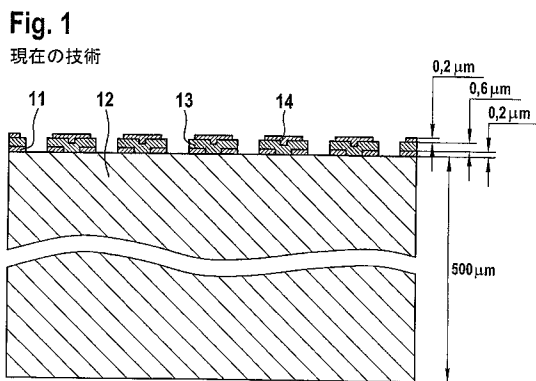
【 符号の説明 】

【 0 0 5 6 】

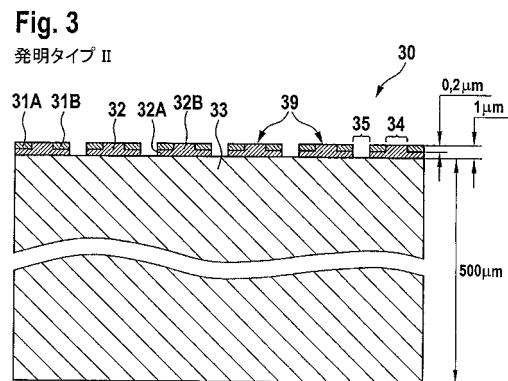
- 2 1 A , 2 1 B 電極
- 2 2 光導電領域
- 2 4 スペース領域
- 2 5 横方向領域
- 2 9 テラヘルツアンテナ

20

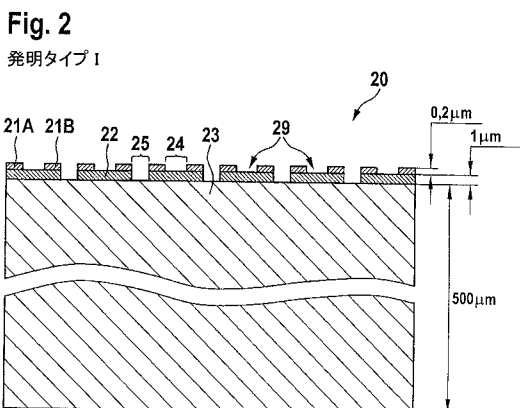
【 図 1 】



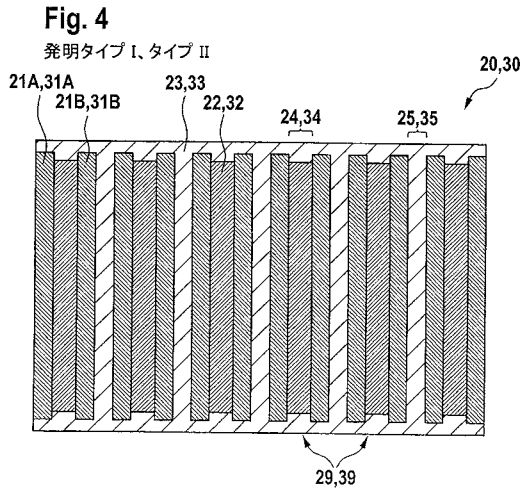
【 図 3 】



【 図 2 】

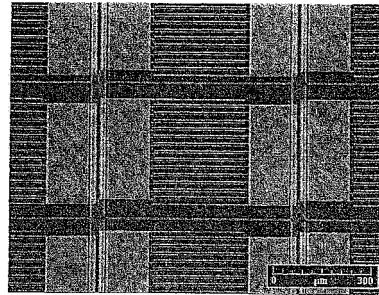


【 図 4 】



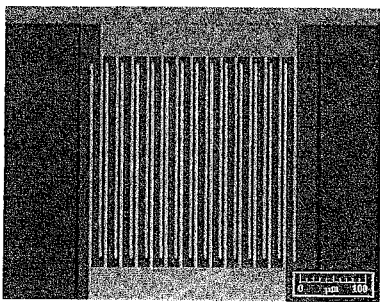
【 図 5 】

Fig. 5
エピタキシャルリフトオフよりも前のTHzアンテナアレー



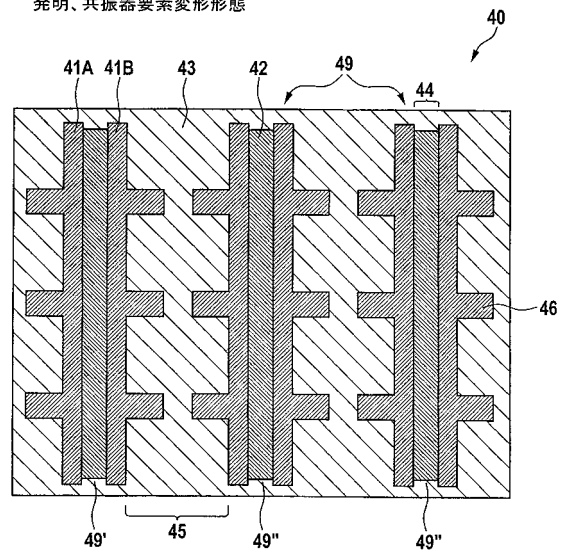
【 図 6 】

Fig. 6
サファイア基板への転写されたTHzアンテナアレー



【 図 7 】

Fig. 7
発明、共振器要素変形形態



【 図 8 】

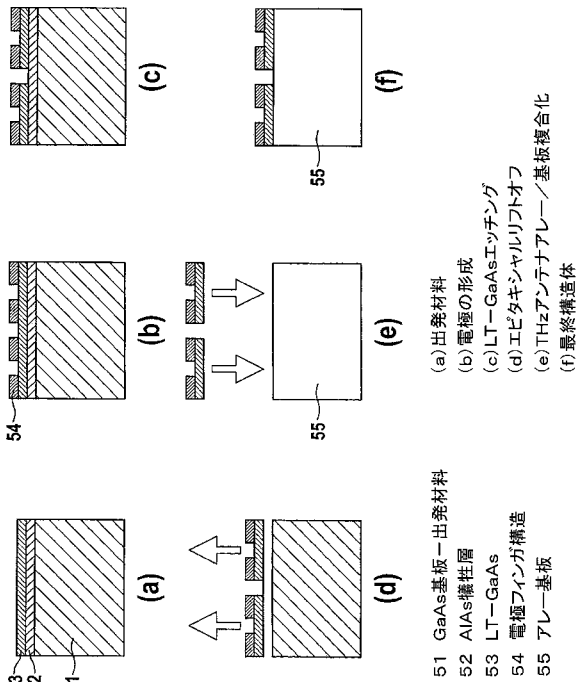


Fig. 8

【 図 9 】

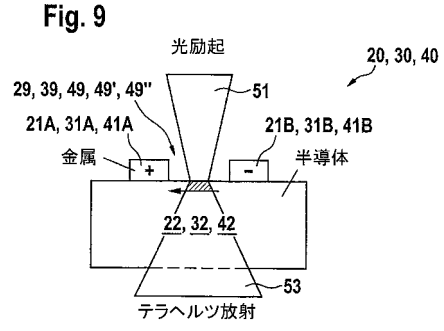


Fig. 9

【 図 10 】

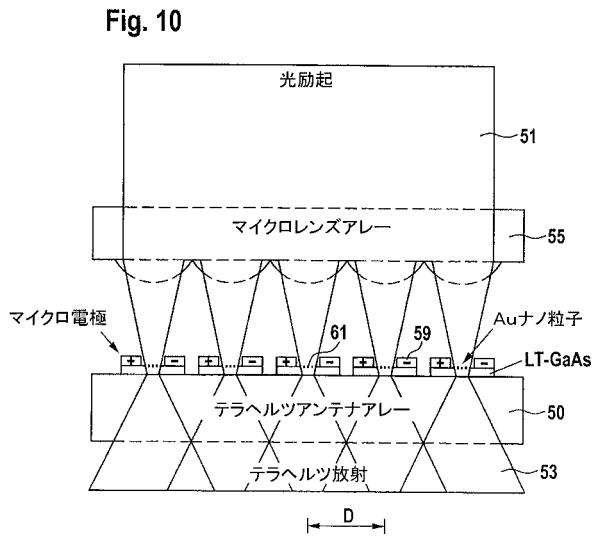


Fig. 10

【 図 11 】

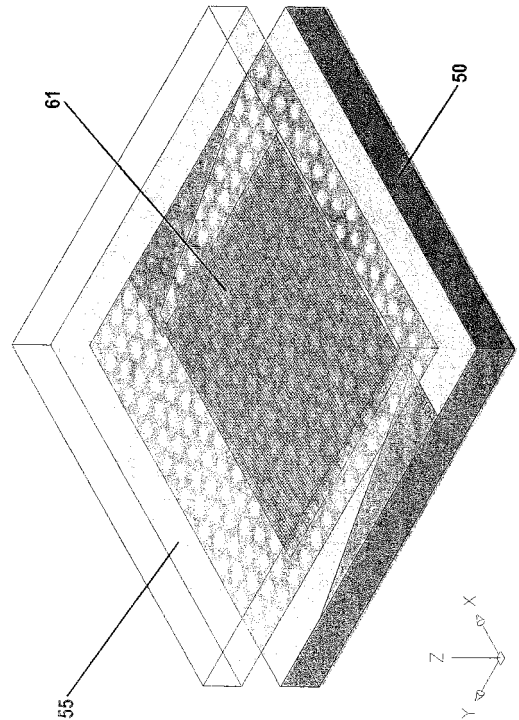
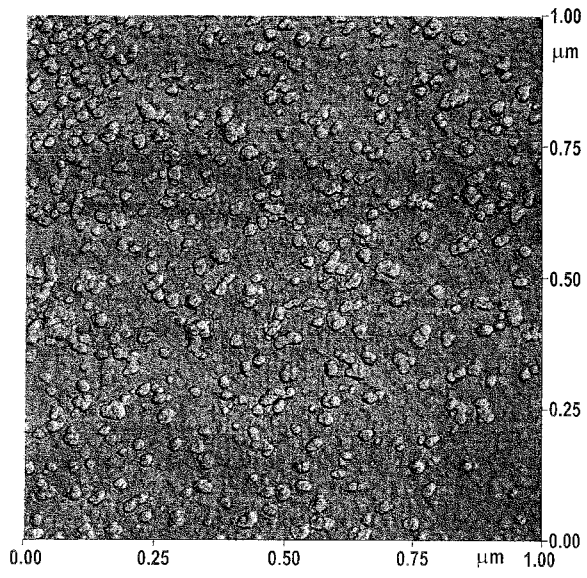


Fig. 11

【 図 1 2 】

Fig. 12



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No PCT/EP2007/002790
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. G01N21/35 H01L49/00 H01Q9/00		
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) G01N H01L H01Q		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, INSPEC		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,X	WO 2006/047975 A1 (ROSSENDORF FORSCHZENT [DE]; HELM MANFRED [DE]; DEKORSKY THOMAS [DE]; D) 11 May 2006 (2006-05-11) page 3, paragraph 2. page 4 - page 7; figures 1-3	1,22,23
A	DREYHAUPT A ET AL: "High-intensity terahertz radiation from a microstructured large-area photoconductor" APPLIED PHYSICS LETTERS, AIP, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS, MELVILLE, NY, US, vol. 86, no. 12, 17 March 2005 (2005-03-17), pages 121114-1, XP012064697 ISSN: 0003-6951 cited in the application pages 121114-1, columns 121114-2; figure 1	1-31
----- -/--		
<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 : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document 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. "Z" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 27 July 2007		Date of mailing of the international search report 22.08.2007
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Angrabeit, Frank

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International application No
 PCT/EP2007/002790

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DREYHAUPT A ET AL: "Large-area high-power THz emitter based on interdigitated electrodes" INFRARED AND MILLIMETER WAVES, 2004 AND 12TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON TERAHERTZ ELECTRONICS, 2004. CONFERENCE DIGEST OF THE 2004 JOINT 29TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON KARLSRUHE, GERMANY SEPT. 27 - OCT. 1, 2004, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, 27 September 2004 (2004-09-27), pages 83-84, XP010794975 ISBN: 0-7803-8490-3 the whole document -----	1-31
A	US 5 663 639 A (BROWN ELLIOTT R [US] ET AL) 2 September 1997 (1997-09-02) column 4, line 41 - column 6, line 27; figures 1,2 -----	1-31
A	EP 1 429 431 A1 (NIPPON KOGAKU KK [JP]; TOCHIGI NIKON CORP [JP]) 16 June 2004 (2004-06-16) column 7, paragraph 30 - column 9, paragraph 37; figures 2(a)-2(c) -----	1-31
A	BROWN E ET AL: "Room temperature, THz photomixing sweep oscillator and its application to spectroscopic transmission through organic materials" REVIEW OF SCIENTIFIC INSTRUMENTS, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS, US, vol. 75, no. 12, 30 November 2004 (2004-11-30), pages 5333-5342, XP012071969 ISSN: 0034-6748 page 5333 - page 5335; figure 3 -----	1-31
A	SAEEDKIA D ET AL: "CW photoconductive photomixer/antenna array source for THz applications" MICROWAVE PHOTONICS, 2004. MWP'04. 2004 IEEE INTERNATIONAL TOPICAL MEETING ON OGUNQUIT, ME, USA 4-6 OCT. 2004, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, US, 4 October 2004 (2004-10-04), pages 317-320, XP010771586 ISBN: 0-7803-8491-1 the whole document ----- -/--	1-31

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2007/002790

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>SHI JIN-WEI ET AL: "Edge-coupled membrane terahertz photonic transmitters based on metal&ndash" APPLIED PHYSICS LETTERS, AIP, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS, MELVILLE, NY, US, vol. 81, no. 27, 30 December 2002 (2002-12-30), pages 5108-5110, XP012032910 ISSN: 0003-6951 the whole document -----</p>	1-31

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2007/002790

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2006047975 A1	11-05-2006	DE 102004046123 A1	24-08-2006
US 5663639 A	02-09-1997	NONE	
EP 1429431 A1	16-06-2004	WO 03028173 A1	03-04-2003
		US 2004196660 A1	07-10-2004

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

		Internationales Aktenzeichen PCT/EP2007/002790
A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV. G01N21/35 H01L49/00 H01Q9/00		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G01N H01L H01Q		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwandete Suchbegriffe) EPO-Internal, INSPEC		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
P,X	WO 2006/047975 A1 (ROSSENDORF FORSCHZENT [DE]; HELM MANFRED [DE]; DEKORSKY THOMAS [DE]; D) 11. Mai 2006 (2006-05-11) Seite 3, Absatz 2. Seite 4 - Seite 7; Abbildungen 1-3	1,22,23
A	DREYHAUPT A ET AL: "High-intensity terahertz radiation from a microstructured large-area photoconductor" APPLIED PHYSICS LETTERS, AIP, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS, MELVILLE, NY, US, Bd. 86, Nr. 12, 17. März 2005 (2005-03-17), Seiten 121114-1, XP012064697 ISSN: 0003-6951 in der Anmeldung erwähnt Seiten 121114-1, Spalten 121114-2; Abbildung 1	1-31
		----- -/--
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :		
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist		"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist		"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)		"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht		"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts	
27. Juli 2007	22. 08. 2007	
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Angrabeit, Frank	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2007/002790

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DREYHAUPT A ET AL: "Large-area high-power THz emitter based on interdigitated electrodes" INFRARED AND MILLIMETER WAVES, 2004 AND 12TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON TERAHERTZ ELECTRONICS, 2004. CONFERENCE DIGEST OF THE 2004 JOINT 29TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON KARLSRUHE, GERMANY SEPT. 27 - OCT. 1, 2004, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, 27. September 2004 (2004-09-27), Seiten 83-84, XP010794975 ISBN: 0-7803-8490-3 das ganze Dokument	1-31
A	US 5 663 639 A (BROWN ELLIOTT R [US] ET AL) 2. September 1997 (1997-09-02) Spalte 4, Zeile 41 - Spalte 6, Zeile 27; Abbildungen 1,2	1-31
A	EP 1 429 431 A1 (NIPPON KOGAKU KK [JP]; TOCHIGI NIKON CORP [JP]) 16. Juni 2004 (2004-06-16) Spalte 7, Absatz 30 - Spalte 9, Absatz 37; Abbildungen 2(a)-2(c)	1-31
A	BROWN E ET AL: "Room temperature, THz photomixing sweep oscillator and its application to spectroscopic transmission through organic materials" REVIEW OF SCIENTIFIC INSTRUMENTS, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS, US, Bd. 75, Nr. 12, 30. November 2004 (2004-11-30), Seiten 5333-5342, XP012071969 ISSN: 0034-6748 Seite 5333 - Seite 5335; Abbildung 3	1-31
A	SAEEDKIA D ET AL: "CW photoconductive photomixer/antenna array source for THz applications" MICROWAVE PHOTONICS, 2004. MWP'04. 2004 IEEE INTERNATIONAL TOPICAL MEETING ON OGUNQUIT, ME, USA 4-6 OCT. 2004, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, US, 4. Oktober 2004 (2004-10-04), Seiten 317-320, XP010771586 ISBN: 0-7803-8491-1 das ganze Dokument	1-31

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP2007/002790

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>SHI JIN-WEI ET AL: "Edge-coupled membrane terahertz photonic transmitters based on metal&ndash" APPLIED PHYSICS LETTERS, AIP, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS, MELVILLE, NY, US, Bd. 81, Nr. 27, 30. Dezember 2002 (2002-12-30), Seiten 5108-5110, XP012032910 ISSN: 0003-6951 das ganze Dokument -----</p>	1-31

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2007/002790

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2006047975 A1	11-05-2006	DE 102004046123 A1	24-08-2006
US 5663639 A	02-09-1997	KEINE	
EP 1429431 A1	16-06-2004	WO 03028173 A1	03-04-2003
		US 2004196660 A1	07-10-2004

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, MT, 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, BH, 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, 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

(72)発明者 ナーゲル・ミヒャエル

ドイツ国, 4 1 7 5 1 フィアゼン, ホシュピタルストラーセ 1 1 3

Fターム(参考) 5F088 AA11 AB07 BA20 BB10 CB14 DA05 EA02 FA05 GA04