

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6840403号  
(P6840403)

(45) 発行日 令和3年3月10日(2021.3.10)

(24) 登録日 令和3年2月19日(2021.2.19)

(51) Int.Cl.	F I
HO 1 Q 1/22 (2006.01)	HO 1 Q 1/22 Z
HO 1 Q 13/08 (2006.01)	HO 1 Q 13/08
HO 1 Q 21/06 (2006.01)	HO 1 Q 21/06
HO 1 P 11/00 (2006.01)	HO 1 P 11/00
CO 3 C 15/00 (2006.01)	CO 3 C 15/00 C

請求項の数 3 (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2019-97903 (P2019-97903)  
 (22) 出願日 令和1年5月24日(2019.5.24)  
 (65) 公開番号 特開2020-195002 (P2020-195002A)  
 (43) 公開日 令和2年12月3日(2020.12.3)  
 審査請求日 令和2年5月19日(2020.5.19)

(73) 特許権者 509154420  
 株式会社NSC  
 大阪府豊中市利倉1丁目1番1号  
 (72) 発明者 西山 榮  
 大阪府豊中市利倉1丁目1番1号 株式会  
 社NSC内  
 審査官 赤穂 美香

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 平面ガラスアンテナおよびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

誘電体基板としてガラス基板を用いるとともに、電波を受信するように構成された平面ガラスアンテナであって、

マトリックス状に配置された複数の給電用貫通孔を有するガラス基板と、

前記ガラス基板の第1の主面に設けられたアース導電部と、

前記ガラス基板の第2の主面における前記複数の給電用貫通孔にそれぞれ対応する位置に設けられた複数のアンテナ素子と、

を少なくとも備え、かつ、

前記ガラス基板は、前記アース導電部および前記アンテナ素子との間隔が異なる複数の領域が形成されるように、厚みの異なる複数の領域を有することを特徴とする平面ガラスアンテナ。

【請求項2】

誘電体基板としてガラス基板を用いるとともに、電波を受信するように構成された平面ガラスアンテナを製造するための方法であって、

給電用貫通孔が形成されるべき位置にレーザビームを照射することによって、この位置にエッチングされやすい性質の改質部を形成する第1のレーザ加工ステップと、

前記改質部をエッチングすることによって給電用貫通孔を形成するエッチング処理ステップと、

を少なくとも含み、かつ、

前記エッチング処理ステップにおいて、フッ素錯化剤が添加されたエッチング液が用いられることを特徴とする平面ガラスアンテナの製造方法。

【請求項3】

基板厚さが少なくとも2段階以上になるように、前記ガラス基板における薄型化すべき領域にレーザ焦点を調整しつつレーザビームを照射する第2のレーザ加工ステップをさらに含む請求項2に記載の平面ガラスアンテナ用ガラス基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、誘電体基板としてガラス基板を用いるとともに、電波を受信するように構成された平面ガラスアンテナおよびその製造方法に関する。

10

【背景技術】

【0002】

従来、さまざまな電波を受信するために、さまざまな構成のアンテナが開発されている。電波には、波長が長い（周波数が小さい）長波から、波長が短い（周波数が大きい）ミリ波・サブミリ波まで、多数の呼び名があり、またその特性や用途も多種類存在している。

【0003】

ところが、受信すべき電波の種類が増加し、設置するアンテナの数が増加すると、設置スペースを見つけることが困難になったり、アンテナの設置により景観を損なったりするという不都合が生じることがあった。

20

【0004】

そこで、従来技術の中には、透明性に優れたガラス基板を誘電体基板として採用するとともに、少なくともアース導体を透明導電体で構成することによって、採光性を具備し、窓用開口に設置可能な平面ガラスアンテナが利用されることがあった（例えば、特許文献1参照。）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開昭61-150402号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、ガラス基板に対して穿孔加工等を施すことが困難であることから、平面ガラスアンテナは給電用貫通孔を形成することが困難であった。このため、多数のアンテナ素子を有する多素子平面ガラスアンテナを形成することが困難になることがあった。

【0007】

その理由は、給電用貫通孔を形成しない場合、マイクロストリップ線路を用いた共平面給電方式を採用することになるからである。すなわち、マイクロストリップ線路を用いた共平面給電方式では、インピーダンスの均一化のために、アレイ状にアンテナ素子を直列配列する必要があり、アンテナ素子を多数配置するのに不向きになってしまうことが多かった。

40

【0008】

本発明の目的は、多数のアンテナ素子を備えた平面ガラスアンテナおよびその製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

この発明に係る平面ガラスアンテナは、誘電体基板としてガラス基板を用いるとともに、電波を受信するように構成される。この平面ガラスアンテナは、ガラス基板、アース導電部、および複数のアンテナ素子を少なくとも備える。

50

## 【0010】

アース導体部やアンテナ素子に使用する導体は、銅箔や銀箔や金箔等の金属箔、透明導体（ITOやPEDOT等の有機導電膜）が挙げられる。誘電体基板が透明なガラス基板であるため、アンテナ素子やアース導体に透明材料を採用することによって、平面ガラスアンテナ自体を透明化することが可能になる。

## 【0011】

この結果、平面ガラスアンテナを多数配置した場合であっても、景観を害しにくくなる。例えば、5G無線通信のMassive MIMO技術は、圧倒的多数のアンテナを必要とするが、透明なアンテナであれば遮光や景観を気にすることなく、さまざまな場所（窓等）に配置することが可能になる。

10

## 【0012】

ガラス基板は、マトリックス状に配置された複数の給電用貫通孔を有する。アース導体部は、ガラス基板の第1の主面に設けられる。複数のアンテナ素子は、ガラス基板の第2の主面における複数の給電用貫通孔にそれぞれ対応する位置に設けられる。

## 【0013】

この構成においては、ガラス基板にマトリックス状に配置された複数の給電用貫通孔を形成することによって、複数のアンテナ素子をアレイ状に直列配列するのではなく、マトリックス状に配置し易くなる。この結果、平面ガラスアンテナの多素子化を図り易くなる。

## 【0014】

上述の構成において、ガラス基板は、アース導体部およびアンテナ素子との間隔が異なる複数の領域が形成されるように、厚みの異なる複数の領域を有することが好ましい。

20

## 【0015】

この構成においては、アース導体部およびアンテナ素子との間隔が異なる複数の領域を設けることによって、電波を単一のガラス基板からなる平面ガラスアンテナにおいて、複数種類の波長の電波に対応することが可能になる。

## 【0016】

また、本発明に係る平面ガラスアンテナの製造方法は、誘電体基板としてガラス基板を用いるとともに、電波を受信するように構成された平面ガラスアンテナを製造するための方法である。この平面ガラスアンテナの製造方法は、第1のレーザ加工ステップおよびエッチング処理ステップを少なくとも含む。

30

## 【0017】

第1のレーザ加工ステップは、給電用貫通孔が形成されるべき位置にレーザビームを照射することによって、この位置にエッチングされやすい性質の改質部を形成する。

## 【0018】

エッチング処理ステップにおいては、改質部をエッチングすることによって給電用貫通孔が形成される。

## 【0019】

上述の平面ガラスアンテナの製造方法において、基板厚さが少なくとも2段階以上になるように、ガラス基板における薄型化すべき領域にレーザ焦点を調整しつつレーザビームを照射する第2のレーザ加工ステップをさらに含むことが好ましい。

40

## 【発明の効果】

## 【0020】

この発明によれば、多数のアンテナ素子を備えた平面ガラスアンテナおよびその製造方法が実現可能である。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0021】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る平面ガラスアンテナの概略を示す図である。

【図2】平面ガラスアンテナの製造方法におけるレーザ加工処理の一例を示す図である。

【図3】平面ガラスアンテナの製造方法におけるエッチング処理の一例を示す図である。

50

【図4】平面ガラスアンテナの製造方法におけるエッチング処理の一例を示す図である。

【図5】エッチング処理後の給電用貫通孔の状態を示す図である。

【図6】アース導体部およびアンテナ素子の形成手法の一例を示す図である。

【図7】本発明の第2の実施形態に係る平面ガラスアンテナの概略を示す図である。

【図8】第2の実施形態に係る平面ガラスアンテナの製造方法の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、図を用いて、本発明に係る平面ガラスアンテナの第1の実施形態を説明する。図1(A)および図1(B)に示すように、平面ガラスアンテナ10は、例えば、5G通信用多素子ガラスアンテナとしての用途に用いられる。

10

【0023】

ここでは、平面ガラスアンテナ10が、マイクロストリップアンテナを広帯域にするためにストリップ導体の幅を広くした方形パッチアンテナである例を説明するが、平面ガラスアンテナの構成や用途はこれに限定されるものではない。

【0024】

平面ガラスアンテナ10は、誘電体基板としてのガラス基板12、このガラス基板12の両主面にそれぞれ形成されたアース導体部14(接地電極)およびアンテナ素子16(放射電極)を少なくとも備える。

【0025】

ガラス基板12は、アンテナ素子16の給電点に対応する位置に形成された複数の給電用貫通孔20を有する。給電用貫通孔20には、後述するように、アンテナ素子16に給電するための給電線が通される。

20

【0026】

ガラス基板12は、例えば、その厚みが0.3mm~0.5mm程度のものが用いられる。ガラス基板12としては、比誘電率が約3~7程度のガラス(例えば、石英ガラス、無アルカリガラス等)が用いられる。

【0027】

アース導体部14は、ガラス基板12の第1の主面(図中の下側の主面)に形成される。アース導体部14は、給電用貫通孔20を囲み、かつ、給電用貫通孔20よりも径がやや大きい開口部を有しており、給電用貫通孔20に通される給電線とアース導体部14との間の絶縁が確保されている。

30

【0028】

一方で、アンテナ素子16は、ガラス基板12の第2の主面(図中の上側の主面)に形成される。アンテナ素子16は、マトリックス状に配置されている。アンテナ素子16は、それぞれ四角形を呈している(方形パッチ)が、円形等その他の形状にすることも可能である。

【0029】

この実施形態では、図面の簡略化のために、4行4列のマトリックス状に配置する例を説明する。ただし、実際は、例えば、40mm×40mmのガラス基板12上に40行40列(総数1600個)程度のアンテナ素子16が配置されることもあり、アンテナ素子16の配置や数は特に限定されるものではない。

40

【0030】

上述の平面ガラスアンテナ10は、給電線18を介して、送信機または受信機に接続される。給電線18としては、同軸線路または導波管が好ましいが、平行二線式線路等のその他の給電線を用いることも可能である。

【0031】

続いて、図2~図6を用いて、平面ガラスアンテナ10の製造手順について説明する。まず、平面ガラスアンテナ10の製造にあたって、図2(A)および図2(B)に示すように、ガラス基板12における給電用貫通孔20が形成されるべき位置にレーザビームを照射することによって、この位置にエッチングされやすい性質の改質部を形成する。

50

## 【 0 0 3 2 】

レーザービームは、ガラス基板 1 2 における給電用貫通孔 2 0 の形成予定位置をエッチングされ易い性質に改質できる限り、その種類および照射条件は特に限定されない。この実施形態では、レーザーヘッドから、短パルスレーザー（例えばピコ秒レーザー、フェムト秒レーザー）から発振されるレーザービームが照射されているが、例えば、CO<sub>2</sub>レーザー、ナノ秒レーザー等を用いても良い。

## 【 0 0 3 3 】

また、この実施形態では、レーザービームの平均レーザーエネルギーが、約 3 0 μ J ~ 3 0 0 μ J 程度になるように出力制御が行われているが、これに限定されるものでもない。

## 【 0 0 3 4 】

レーザービームは、適宜、その集光領域が調整されることが好ましい。ここでは、レーザービームの集光領域がガラス基板 1 2 の厚み方向の全域にわたるように調整することによって、給電用貫通孔 2 0 が容易に形成されやすくなる。

## 【 0 0 3 5 】

上述のレーザー加工処理に続いて、上述の改質部をエッチングすることによってガラス基板 1 2 に給電用貫通孔 2 0 を形成するためのエッチング処理に移行する。個片のガラス基板 1 2 にエッチング処理を行うよりも、ガラス基板 1 2 になるべき領域を複数含んだガラス母材 2 4 にエッチング処理を行う方が、生産効率が向上する。

## 【 0 0 3 6 】

このため、通常は、図 3 ( A ) および図 3 ( B ) に示すように、ガラス基板 1 2 を多面取りするためのガラス母材 2 4 に対してレーザー加工処理、エッチング処理、および成膜処理等を行い、その後にガラス母材 2 4 を複数のガラス基板 1 2 に分断する手法が採用される。

## 【 0 0 3 7 】

例えば、図 3 ( A ) に示すようなガラス基板 1 2 を 5 行 × 5 列のマトリックス状に配置したガラス母材 2 4 は、レーザー改質 + エッチング処理（レーザー・アシスト・エッチング処理）や、フォトエッチング処理や、スクライブブレイク法によって、2 5 枚のガラス基板 1 2 に分断することが可能である。

## 【 0 0 3 8 】

フォトエッチング処理によって分断する場合は、ガラス母材 2 4 の第 1 の主面および第 2 の主面を保護膜で被覆した後、保護膜における切断箇所に対応する箇所を除去してエッチング処理（必要に応じて、レーザー・アシスト・エッチング処理）することで分断することが可能である。

## 【 0 0 3 9 】

エッチング処理においては、図 4 ( A ) に示すように、ガラス母材 2 4 は、エッチング装置 5 0 に導入され、フッ酸および塩酸等を含むエッチング液によるエッチング処理が施される。通常、フッ酸 1 ~ 1 0 重量%、塩酸 5 ~ 2 0 重量%程度を含むエッチング液が用いられ、必要に応じて適宜、界面活性剤等が併用される。

## 【 0 0 4 0 】

エッチング装置 5 0 では、搬送ローラによってガラス母材 2 4 を搬送しつつ、エッチングチャンバ 5 2 内でガラス母材 2 4 の主面にエッチング液を接触させることによって、ガラス母材 2 4 に対するエッチング処理が行われる。なお、エッチング装置 5 0 におけるエッチングチャンバ 5 2 の後段には、ガラス母材 2 4 に付着したエッチング液を洗い流すための洗浄チャンバ 5 3 が設けられているため、ガラス母材 2 4 はエッチング液が取り除かれた状態でエッチング装置 5 0 から排出される。

## 【 0 0 4 1 】

ガラス母材 2 4 にエッチング液を接触させる手法の一例として、図 4 ( A ) に示すように、エッチング装置 5 0 の各エッチングチャンバ 5 2 において、ガラス母材 2 4 に対してエッチング液をスプレーするスプレーエッチングが挙げられる。

## 【 0 0 4 2 】

10

20

30

40

50

また、スプレイエッチングに代えて、図4(B)に示すように、オーバーフロー型のエッチングチャンバ54において、オーバーフローしたエッチング液に接触しながらガラス母材24が搬送される構成を採用することも可能である。

【0043】

さらには、図4(C)に示すように、エッチング液が収納されたエッチング槽56に、キャリアに収納された単数または複数のガラス母材24を浸漬させるディップ式のエッチングを採用することも可能である。

【0044】

上述のエッチング処理によって、図5(A)および図5(B)に示すように、ガラス母材24におけるガラス基板12の改質部が貫通し給電用貫通孔20が形成される。上述のようにレーザ加工によってエッチングをアシストする手法によって、エッチング処理時間を極限まで最小化することが可能になる。

10

【0045】

この結果、給電用貫通孔20の形成時にガラス基板12の表面が粗面化したり、給電用貫通孔20の形状がいびつになったりしにくくなる。給電用貫通孔20の径は、5 $\mu$ m~500 $\mu$ m程度の範囲で適宜調整することが可能である。

【0046】

原則として、ガラス基板12の板厚が薄ければ、給電用貫通孔20の径を小さくし易くなる。その理由は、エッチング処理において、給電用貫通孔20の径がレーザビーム径よりも微増するからである。

20

【0047】

この微増化に対する対策として、エッチング処理において、酸化チタン等のフッ素錯化剤を添加することにより、エッチング処理における給電用貫通孔20の溝幅の微増化が抑制されることが出願人の実験によって明らかになっている。このため、必要に応じて、エッチング液にフッ素錯化剤を適量添加することによって、給電用貫通孔20の径や形状を調整することが可能になる。

【0048】

続いて、図6(A)および図6(B)に示すように、アンテナ素子16やアース導体14が形成される。アンテナ素子16を形成するための手法として、真空蒸着、スパッタリング、および無電解めっき、金属箔の貼付等が挙げられるが、その他の手法を採用することも可能である。

30

【0049】

上述の実施形態においては、ガラス基板12に適切に給電用貫通孔20を形成することが可能になる。その結果、ガラス基板12を用いた平面ガラスアンテナ10において背面給電方式を採用し易くなり、平面ガラスアンテナ10の多素子化が図り易くなる。すなわち、ガラス基板12を採用する場合であっても、マイクロストリップ線路を用いた共平面給電方式を用いる必要がなくなる。

【0050】

5Gモバイル通信のギガヘルツ単位の高周波(=ミリ単位の短波長)は、誘電体基板の凹凸に影響を受けやすいところ、ガラス基板12の平坦性を乱すことなく給電線18を通すための貫通孔20を形成したり外形加工したりできるため、高性能の5Gモバイル通信ガラスアンテナが実現し易くなる。

40

【0051】

続いて、図7および図8を用いて、本発明に係る平面ガラスアンテナの第2の実施形態を説明する。この実施形態に係る平面ガラスアンテナ100の基本的構成は、第1の実施形態において説明した平面ガラスアンテナ10と同じである。ただし、平面ガラスアンテナ120は、ガラスの厚みが段階的に変化するように構成されたガラス120を用いている点で第1の実施形態と相違している。

【0052】

ここでは、図7(A)および図7(B)に示すように、平面ガラスアンテナ100のガ

50

ラス基板 120 は、互いに厚みが異なる 4 つの領域を有している。このため、平面ガラスアンテナ 100 は、アンテナ素子 16 とアース導電部 14 との間隔が 4 種類存在することになるため、4 種類の波長の電波に対応することが可能である。

【0053】

ガラス基板 120 は、厚みの種類は 4 つに限定されることはなく、2 および 3 種類であってもよいし、5 種類以上の多種類であっても良い。厚みの種類が増加すればするほど、より多くの波長の電波に対応することが可能になる。

【0054】

つまり、単一基板からなる平面ガラスアンテナ 100 において複数の厚みを持つことにより、アンテナ素子 16 とアース導電部 14 との間隔が複数存在することになるため、多

10

【0055】

このような平面ガラスアンテナ 100 を製造するためには、例えば、図 8 (A) および図 8 (B) に示すように、ガラス基板における薄型化すべき領域にレーザ焦点を調整しつつレーザビームを照射すると良い。

【0056】

レーザビームの集光領域がガラス基板 120 の厚み方向において段階的にずれるようにレーザ焦点を調整することによって、エッチング処理において互いに異なる厚みになるようにガラス基板 120 が除去されることになる。

【0057】

20

上述の実施形態の説明は、すべての点で例示であって、制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上述の実施形態ではなく、特許請求の範囲によって示される。さらに、本発明の範囲には、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

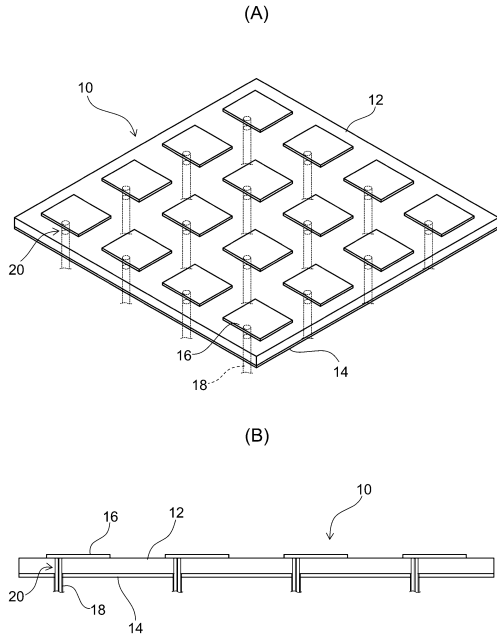
【符号の説明】

【0058】

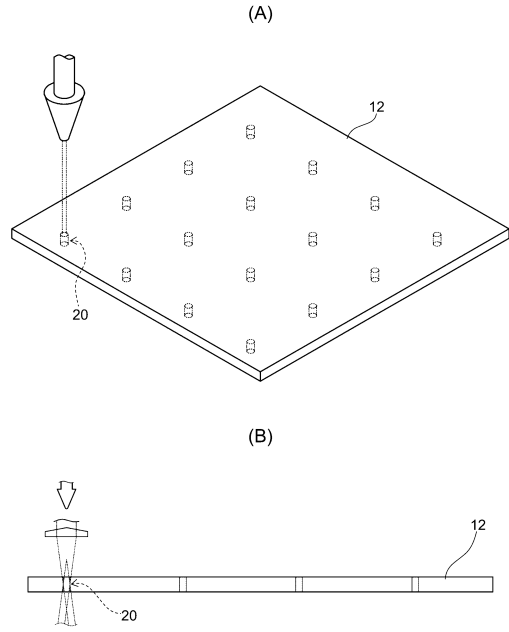
- 10, 100 - 平面ガラスアンテナ
- 12, 120 - ガラス基板
- 14 - アース導電部
- 16 - アンテナ素子部
- 18 - 給電線
- 20 - 給電用貫通孔
- 24 - ガラス母材

30

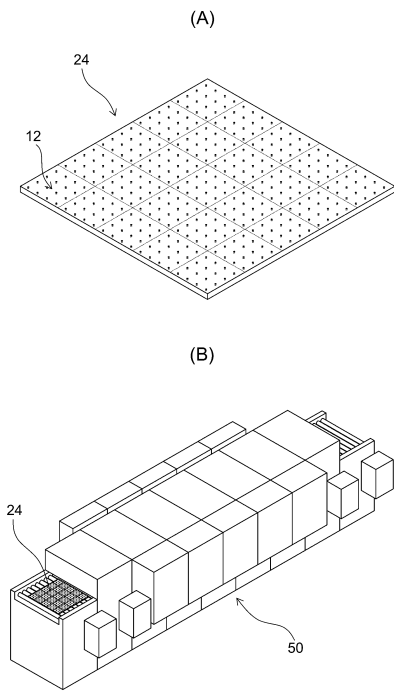
【図 1】



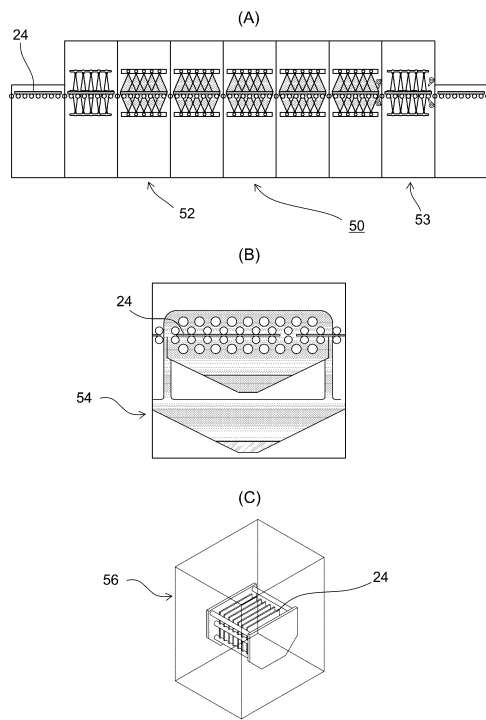
【図 2】



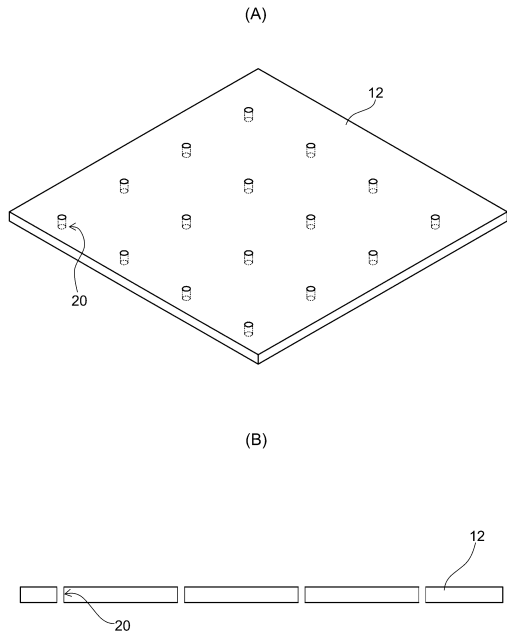
【図 3】



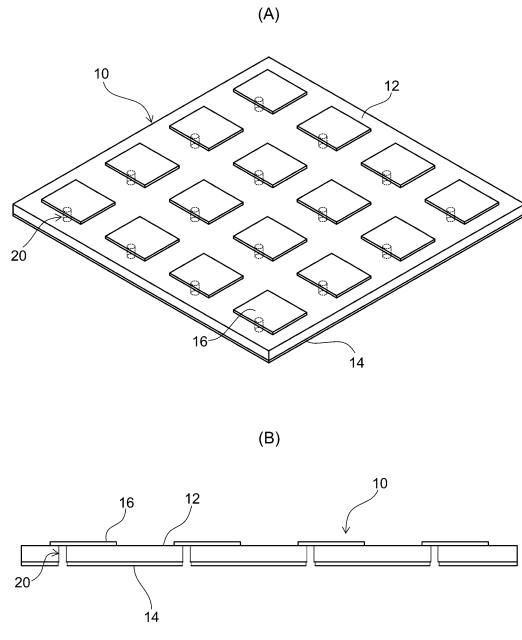
【図 4】



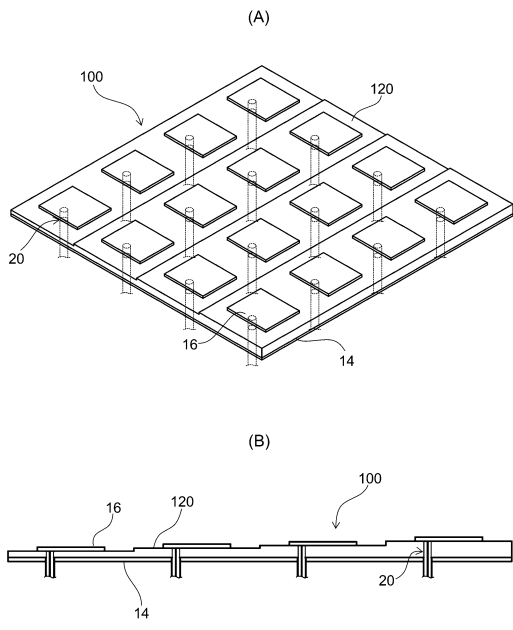
【図5】



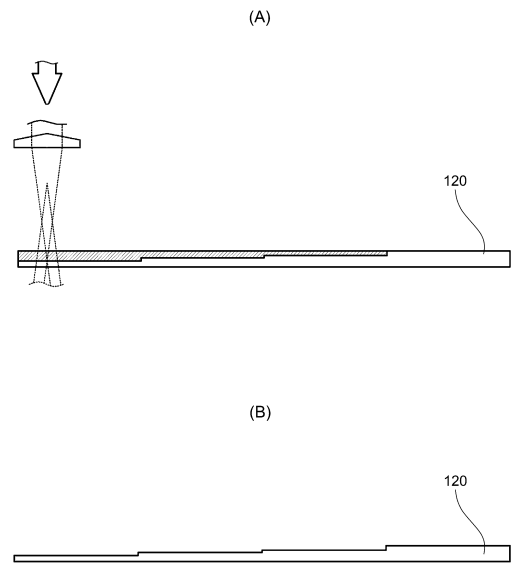
【図6】



【図7】



【図8】



---

 フロントページの続き

(51) Int.Cl.		F I		
<b>C 0 3 C</b>	<b>23/00</b>	<b>(2006.01)</b>	C 0 3 C	15/00 Z
<b>B 2 3 K</b>	<b>26/53</b>	<b>(2014.01)</b>	C 0 3 C	23/00 D
			B 2 3 K	26/53

- (56) 参考文献 特表 2 0 1 4 - 5 1 3 4 9 3 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 4 - 3 0 4 4 4 3 ( J P , A )  
 特開 2 0 1 8 - 0 1 8 8 9 1 ( J P , A )  
 特開 2 0 2 0 - 1 4 2 9 4 1 ( J P , A )

## (58) 調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 1 Q 1 / 2 2  
 B 2 3 K 2 6 / 5 3  
 C 0 3 C 1 5 / 0 0  
 C 0 3 C 2 3 / 0 0  
 H 0 1 P 1 1 / 0 0  
 H 0 1 Q 1 3 / 0 8  
 H 0 1 Q 2 1 / 0 6