

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4832366号
(P4832366)

(45) 発行日 平成23年12月7日(2011.12.7)

(24) 登録日 平成23年9月30日(2011.9.30)

(51) Int.Cl. F I
 HO 1 Q 13/08 (2006.01) HO 1 Q 13/08
 HO 1 Q 1/38 (2006.01) HO 1 Q 1/38
 HO 1 Q 1/22 (2006.01) HO 1 Q 1/22 Z

請求項の数 16 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2007-152761 (P2007-152761)	(73) 特許権者	000005186
(22) 出願日	平成19年6月8日(2007.6.8)		株式会社フジクラ
(65) 公開番号	特開2008-306552 (P2008-306552A)		東京都江東区木場1丁目5番1号
(43) 公開日	平成20年12月18日(2008.12.18)	(74) 代理人	100064908
審査請求日	平成21年12月24日(2009.12.24)		弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100108578
			弁理士 高橋 詔男
		(74) 代理人	100089037
			弁理士 渡邊 隆
		(74) 代理人	100101465
			弁理士 青山 正和
		(72) 発明者	ドゥローン ダビッド
			千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社 フジクラ 佐倉事業所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 透明アンテナ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

誘電体基板および該誘電体基板の一方の面上に成膜され、放射素子をなす透明導電膜からなる透明部材と、基板および該基板の一方の面上に成膜されたマイクロストリップライン、および、前記基板の一方の面とは反対の面上に成膜されたグラウンドからなる給電部材とを備え、前記基板の一方の面に、前記誘電体基板の一方の面とは反対の面が接合されて、前記透明部材が前記給電部材に積層され、前記誘電体基板の一方の面側から見て、前記透明導電膜と前記マイクロストリップラインが対向している透明アンテナであって、前記透明導電膜は、350nm～780nmの可視光波長領域において光を透過でき、100MHz～20GHzの周波数帯において電磁波を放射することを特徴とする透明アンテナ。

10

【請求項2】

前記透明導電膜は、スズドープ酸化インジウム薄膜からなることを特徴とする請求項1に記載の透明アンテナ。

【請求項3】

前記透明導電膜は、フッ素ドープ酸化スズ薄膜からなることを特徴とする請求項1に記載の透明アンテナ。

【請求項4】

前記透明導電膜が透明な誘電体基板上に成膜されたことを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1項に記載の透明アンテナ。

20

【請求項 5】

前記透明導電膜が透明でない誘電体基板上に成膜されたことを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の透明アンテナ。

【請求項 6】

前記透明導電膜は、膜厚が 100 nm 以上、前記可視光波長領域における透過率が 60 % 以上、シート抵抗が 20 Ω / \square 以下であることを特徴とする請求項 1、2、4、5 のいずれか 1 項に記載の透明アンテナ。

【請求項 7】

前記透明導電膜は、膜厚が 100 nm 以上、前記可視光波長領域における透過率が 40 % 以上、シート抵抗が 5 Ω / \square 以下であることを特徴とする請求項 1、3、4、5 のいずれか 1 項に記載の透明アンテナ。

10

【請求項 8】

前記透明導電膜はスズドープ酸化インジウム薄膜からなり、前記誘電体基板上に前記透明導電膜が成膜された状態での前記可視光波長領域における透過率が 30 % であることを特徴とする請求項 1、2、4、6 のいずれか 1 項に記載の透明アンテナ。

【請求項 9】

前記透明導電膜はフッ素ドープ酸化スズ薄膜からなり、前記誘電体基板上に前記透明導電膜が成膜された状態での前記可視光波長領域における透過率が 30 % 以上であることを特徴とする請求項 1、3、4、6 のいずれか 1 項に記載の透明アンテナ。

【請求項 10】

0.8 GHz ~ 12 GHz において、同じ寸法の金属薄膜を用いて作製したアンテナに比べて、利得の低下が 6 dB 以下であり、放射効率が 20 % 以上であることを特徴とする請求項 1 ないし 9 のいずれか 1 項に記載の透明アンテナ。

20

【請求項 11】

G P S 帯における電圧定在波比が 2 以下であることを特徴とする請求項 1 ないし 10 のいずれか 1 項に記載の透明アンテナ。

【請求項 12】

前記給電部材は、比誘電率 ϵ_r 、誘電損失正接 $\tan \delta$ が、 $1 < \epsilon_r < 11$ 、 $\tan \delta < 0.003$ の関係を満たす基板を備えたことを特徴とする請求項 1 ないし 11 のいずれか 1 項に記載の透明アンテナ。

30

【請求項 13】

前記透明部材は、比誘電率 ϵ_r 、誘電損失正接 $\tan \delta$ が、 $\epsilon_r < 5$ 、 $\tan \delta < 0.006$ の関係を満たす透明な誘電体基板を備えたことを特徴とする請求項 1 ないし 11 のいずれか 1 項に記載の透明アンテナ。

【請求項 14】

前記放射素子の幅 w_p 、長さ L_p 、光速を使用周波数で除して算出された波長 λ_0 が、 $0.2 w_p < L_p < 2.0 w_p$ 、 $0.15 \lambda_0 < w_p < 0.26 \lambda_0$ の関係を満たしていることを特徴とする請求項 1 ないし 13 のいずれか 1 項に記載の透明アンテナ。

【請求項 15】

前記透明導電膜が、誘電体筐体をもつ無線機器の表面、または、表示ディスプレイの内外面の一方または両方に成膜されたことを特徴とする請求項 1 ないし 14 のいずれか 1 項に記載の透明アンテナ。

40

【請求項 16】

前記透明導電膜が、誘電体筐体をもつ無線機器の表面、または、表示ディスプレイの内外面の一方または両方に成膜され、かつ該透明導電膜を挟み込む誘電体基板が積層された構造を有することを特徴とする請求項 1 ないし 14 のいずれか 1 項に記載の透明アンテナ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

本発明は、光学的に透明なアンテナに関するものである。このアンテナを使用することにより、美観を損なうことなく、アンテナを無線機器や無線端末の表面、あるいはディスプレイ窓の上に設置することができる。本発明の透明アンテナは、設置場所が限られる小型無線機器にアンテナが設置できるようになるだけでなく、機器の表面にアンテナを設置することにより、機器内部にある電子部品からアンテナを遠ざけることができ、アンテナに与える影響を小さくすることができるため、アンテナの設計を容易にすることができる。

【背景技術】

【0002】

従来、透明アンテナとしては、色々な方式のものが提案されており、例えば、金属を格子状にしたもの（例えば、非特許文献1参照）、極めて薄い金属を使ったもの（例えば、特許文献1参照）、透明電極を使ったもの（例えば、非特許文献2～6、特許文献2～5参照）などが挙げられる。

10

また、非特許文献2～6に開示された透明電極としては、スズドープ酸化インジウム（ITO）薄膜が用いられている。

【非特許文献1】M. S. Wu and K. Ito, "Meshed microstrip antennas constructed on a transparent substrate," IEICE Trans., vol. E-74, no. 5, pp. 1277-1282, 1991.

【特許文献1】特許第3682480号公報

20

【非特許文献2】C. F. Huang and L. Chen, "Realization of a printed-on-display antenna for mobile terminals," Elect. Lett., vol. 38, 20, pp. 1162-1163, 2002.

【非特許文献3】K. Oshima, N. Kidera, K. Niwano, K. Iikawa, R. Sonoda, and S. Kawasaki, "Use of a transparent conductive thin-film on a glass substrate in active integrated antenna arrays with double strong coupling," IEEE MTT-S Int. Microwave Symp. Dig., pp. 1569-1572, 2002.

30

【非特許文献4】R. N. Simons and R. Q. Lee, "Feasibility study of optically transparent microstrip patch antenna," IEEE AP-S Int. Symp., pp. 2100-2103, 1997.

【非特許文献5】M. Outaleb, J. Pinel, M. Drissi, and O. Bonnaud, "Microwave planar antenna with rf-sputtered indium tin oxide films," Microwave and Opt. Technol. Lett., vol. 24, no. 1, pp. 3-7, 2000.

40

【非特許文献6】C. Mias, C. Tsakonas, N. Prountzos, D. C. Koutsogeogis, S. C. Liew, C. Oswald, R. Ranson, W. M. Cranton, and C. B. Thomas, "Optically transparent microstrip antenna," IEE Colloquium on Antennas for Automotives, pp. 8/1-8/6, 2000.

【特許文献2】米国特許第5872542号明細書

【特許文献3】特開2001-267836号公報

【特許文献4】特開2003-280815号公報

【特許文献5】特開2006-286244号公報

50

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、前述した従来技術には、次のような問題がある。

非特許文献1に開示された格子状金属を用いたアンテナは、部分的にせよ可視光を遮るし、特許文献1に開示された金属膜を使用したアンテナの場合も、金属膜を薄くしても可視光の透過率がかなり低くなるので、いずれの場合も小型無線機器の表面に設置することが外観上難しいという問題がある。

【0004】

一方、ITO薄膜は、可視光を透過し透明であるが、抵抗率が高いため、大きな抵抗値をもつ。非特許文献2～5、特許文献2～4に開示されているアンテナは、放射素子の抵抗が大きいため、利得が低く、実用的ではない。また、非特許文献2～5、特許文献2～4には、透明アンテナにおける抵抗値による利得・放射効率の低下や、透明度と利得・放射効率との関係が明らかにされていない。その上、非特許文献4, 5、特許文献2～4に開示されているアンテナは、給電ラインと直接接続しているため、給電ラインに透明材料を使用した場合、使用された伝送路の損失によって、アンテナの利得が低減する。また、給電ラインに銅などの金属を使用した場合、美観を損なうことになる。さらに、非特許文献6、特許文献5に開示されているアンテナは、ダイポール形状であるため、形状の制限により利得が低い。

【0005】

本発明は、前記事情に鑑みてなされ、十分な透明度及び十分な放射特性を有する透明アンテナを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

前記目的を達成するため、本発明は、誘電体基板および該誘電体基板の一方の面上に成膜され、放射素子をなす透明導電膜からなる透明部材と、基板および該基板の一方の面上に成膜されたマイクロストリップライン、および、前記基板の一方の面とは反対の面上に成膜されたグラウンドからなる給電部材とを備え、前記基板の一方の面に、前記誘電体基板の一方の面とは反対の面が接合されて、前記透明部材が前記給電部材に積層され、前記誘電体基板の一方の面側から見て、前記透明導電膜と前記マイクロストリップラインが対向している透明アンテナであって、前記透明導電膜は、350nm～780nmの可視光波長領域において光を透過でき、100MHz～20GHzの周波数帯において電磁波を放射することを特徴とする透明アンテナを提供する。

【0007】

本発明の透明アンテナにおいて、前記透明導電膜は、スズドープ酸化インジウム薄膜からなることが好ましい。

【0008】

本発明の透明アンテナにおいて、前記透明導電膜は、フッ素ドープ酸化スズ薄膜からなることが好ましい。

【0009】

本発明の透明アンテナにおいて、前記透明導電膜が透明な誘電体基板上に成膜されたことが好ましい。

【0010】

本発明の透明アンテナにおいて、前記透明導電膜が透明でない誘電体基板上に成膜されたことが好ましい。

【0011】

本発明の透明アンテナにおいて、前記透明導電膜は、膜厚が100nm以上、前記可視光波長領域における透過率が60%以上、シート抵抗が20 / 以下であることが好ましい。

【0012】

10

20

30

40

50

本発明の透明アンテナにおいて、前記透明導電膜は、膜厚が100nm以上、前記可視光波長領域における透過率が40%以上、シート抵抗が5 / 以下であることが好ましい。

【0013】

本発明の透明アンテナにおいて、前記透明導電膜はスズドーパ酸化インジウム薄膜からなり、前記誘電体基板上に前記透明導電膜が成膜された状態での前記可視光波長領域における透過率が30%であることが好ましい。

【0014】

本発明の透明アンテナにおいて、前記透明導電膜はフッ素ドーパ酸化スズ薄膜からなり、前記誘電体基板上に前記透明導電膜が成膜された状態での前記可視光波長領域における透過率が30%以上であることが好ましい。

10

【0015】

本発明の透明アンテナにおいて、0.8GHz~12GHzにおいて、同じ寸法の金属薄膜を用いて作製したアンテナに比べて、利得の低下が6dB以下であり、放射効率が20%以上であることが好ましい。

【0016】

本発明の透明アンテナにおいて、GPS帯における電圧定在波比が2以下であることが好ましい。

【0017】

本発明の透明アンテナにおいて、前記給電部材は、比誘電率 ϵ_r 、誘電損失正接 $\tan \delta$ が、 $1 < \epsilon_r < 11$ 、 $\tan \delta < 0.003$ の関係を満たす基板を備えたことが好ましい。

20

【0018】

本発明の透明アンテナにおいて、前記透明部材は、比誘電率 ϵ_r 、誘電損失正接 $\tan \delta$ が、 $\epsilon_r < 5$ 、 $\tan \delta < 0.006$ の関係を満たす透明な誘電体基板を備えたことが好ましい。

【0019】

本発明の透明アンテナにおいて、前記放射素子の幅 w_p 、長さ L_p 、光速を使用周波数で除して算出された波長 λ_0 が、 $0.2w_p < L_p < 2.0w_p$ 、 $0.15\lambda_0 < w_p < 0.26\lambda_0$ の関係を満たしていることが好ましい。

30

ここで、使用周波数は、個々のアンテナ特有のパラメータである。

【0020】

本発明の透明アンテナにおいて、前記透明導電膜が、誘電体筐体をもつ無線機器の表面、または、表示ディスプレイの内外面の一方または両方に成膜されたことが好ましい。

【0021】

本発明の透明アンテナにおいて、前記透明導電膜が、誘電体筐体をもつ無線機器の表面、または、表示ディスプレイの内外面の一方または両方に成膜され、かつ該透明導電膜を挟み込む誘電体基板が積層された構造を有することが好ましい。

【発明の効果】

【0026】

40

本発明の透明アンテナは、可視光の領域で透明性を持ち、電磁波を放射することができる。本発明のアンテナは、シート抵抗が低く、透明性が高いITO薄膜を使用し、さらにアンテナの形状を最適に設計することにより、十分な透明度を持ちながら、十分な放射特性を持たせることが可能となる。

また、ITO薄膜を使用すると、希少金属のインジウムの使用を避けることができ、コストを下げるができる。

本発明の透明アンテナは、透明で目立つことがなく、窓ガラスに設置することができ、室内アンテナや車載アンテナとして利用できる。また、年々小型化される無線端末の表面やディスプレイ上に装着することができ、アンテナの設置場所を確保できるだけでなく、アンテナの設計を容易にすることができる。

50

本発明のアンテナを使用することにより、透過率が70%以上を保ちながら、アンテナ利得の低下を1dB以下、放射効率を80%以上にすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0027】

以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明する。

本発明の透明アンテナは、透明部材を備え、透明部材は、350nm～780nmの可視光波長領域において光を透過でき、100MHz～20GHzの周波数帯において電磁波を放射する透明導電膜からなる放射素子を備えたことを特徴とする。

【0028】

本発明の好ましい実施形態において、前記透明導電膜としては、シート抵抗が1 / ~ 20 / の範囲であり、かつ透過率(波長550nm)が60%以上となるスズドープ酸化インジウム(ITO)薄膜を使用することが好ましい。

また、コストが安いフッ素ドープ酸化スズ(FTO)薄膜を使用することもできる。この場合、FTO薄膜としては、シート抵抗が1 / ~ 5 / の範囲であり、かつ透過率(波長550nm)が40%以上のもの、あるいは、シート抵抗が5 / ~ 20 / の範囲であり、かつ透過率(波長550nm)が80%以上のものを使用することが好ましい。

【0029】

本実施形態において、放射素子となる透明導電膜に使用するITO薄膜およびFTO薄膜の波長550nmで示す透過率を図1に示す。

ITO薄膜は、シート抵抗が0.6 / からあり、透過率60%以上である。また、FTO薄膜は、シート抵抗が1 / からあり、透過率が40%である。

【0030】

また、図2はシート抵抗がそれぞれ1.6 / 、15.5 / となるITO薄膜とFTO薄膜の透過率の波長依存性を示すグラフである。透過率の急激な変動は、膜厚の干渉によるものである。

【0031】

これらの透明導電膜を用いて、透明アンテナとして、図3、4に示すパッチアンテナを基礎検討用を使用した。アンテナ放射素子の抵抗を考慮し、有限要素法(R.F. Harrington, Field computation by moment methods, IEEE PRESS, 1993参照)を用いて解析を行った。

図3、4に示すパッチアンテナでは、アンテナの特性を低減しないように、給電系として電磁結合のマイクロストリップライン結合を使用した。したがって、直接励起用のマイクロストリップラインの損失による利得の低減および不要放射の発生を避けることが可能になる。

【0032】

図3に示すパッチアンテナ10は、誘電体基板11、および、その一方の面11a上に成膜され、放射素子をなす透明導電膜12からなる透明部材13と、基板14、その一方の面14a上に成膜されたマイクロストリップライン15、および、基板14の一方の面14aとは反対の面(他方の面)上に成膜されたグラウンド16からなる給電部材17とから構成されている。

また、基板14の一方の面14aに、誘電体基板11の一方の面11aとは反対の面(他方の面)が接合されて、透明部材13が給電部材17に積層されている。

そして、誘電体基板11の一方の面11a側から見て、透明導電膜12とマイクロストリップライン15が対向している。

【0033】

誘電体基板11としては、ガラス基板、樹脂基板、プレキシガラス基板などからなる透明な基板が挙げられる。

基板14としては、ポリテトラフルオロエチレン基板、ガラス基板などからなる透明または不透明な基板が挙げられる。

10

20

30

40

50

マイクロストリップライン 15 としては、銅、アルミニウム、金などの金属からなる金属薄膜が挙げられる。

グラウンド 16 としては、銅、アルミニウム、金などの金属からなる金属薄膜が挙げられる。

【0034】

このパッチアンテナ 10 において、誘電体基板 11 は、その比誘電率 ϵ_r と誘電損失正接 $\tan \delta$ が、 $\epsilon_r < 5$ 、 $\tan \delta < 0.006$ の関係を満たしていることが好ましい。

また、基板 14 は、その比誘電率 ϵ_r と誘電損失正接 $\tan \delta$ が、 $1 < \epsilon_r < 11$ 、 $\tan \delta < 0.003$ の関係を満たしていることが好ましい。

さらに、放射素子をなす透明導電膜 12 の幅 w_p 、長さ L_p 、光速を使用周波数で除して算出された波長 λ_0 が、 $0.2 w_p < L_p < 2.0 w_p$ 、 $0.15 \lambda_0 < w_p < 0.26 \lambda_0$ の関係を満たしていることが好ましい。ここで、使用周波数は、個々のアンテナ特有のパラメータである。

10

【0035】

このパッチアンテナ 10 では、透明部材 13 と給電部材 17 を結合することにより、マイクロストリップライン 15 を備えた給電部材 17 が、誘電法則を含めた Maxwell の方式と一致する電磁結合によって、電磁エネルギーを放つ。

また、マイクロストリップライン 15 の幅を変えることにより、伝送線路の特性インピーダンスである Z_0 を整合を取ることができる。また、マイクロストリップライン 15 の長さを変えることにより、アンテナの整合を調整することができる。

20

【0036】

一方、透明導電膜 12 の長さ（主偏波に対して）を変えることにより、アンテナの共振を調整する。

また、透明導電膜 12 の幅を変えることにより、アンテナの整合を調整する。

【0037】

このパッチアンテナ 10 は、誘電体基板 11 上に透明導電膜 12 が成膜された状態での上記の可視光波長領域における透過率が 30% 以上であることが好ましい。

また、このパッチアンテナ 10 は、 $0.8 \text{ GHz} \sim 1.2 \text{ GHz}$ において、同じ寸法の金属薄膜を用いて作製したアンテナに比べて、利得の低下が 6 dB 以下であり、放射効率が 20% 以上であることが好ましい。

30

【0038】

図 4 に示すパッチアンテナ 20 は、誘電体基板 21、および、その一方の面 21a 上に成膜され、放射素子をなす透明導電膜 22 からなる透明部材 23 と、基板 24、その他方の面 24a 上に成膜されたマイクロストリップライン 25、基板 24 の他方の面 24a とは反対の面（一方の面）上に成膜されたグラウンド 26、および、グラウンド 26 に設けられたスロット 27 からなる給電部材 28 とから構成されている。

また、スロット 27 は、グラウンド 26 に設けられた細長い溝状の穴であり、このスロット 27 において基板 24 の一方の面が露出している。また、グラウンド 26 の表面側から見て、このスロット 27 はマイクロストリップライン 25 と対向している。

さらに、基板 24 の一方の面に、誘電体基板 21 の一方の面 21a とは反対の面（他方の面）が接合されて、透明部材 23 が給電部材 28 に積層されている。すなわち、透明部材 23 と給電部材 28 が、スロット 27 を設けたグラウンド 26 を介して接合されている。

40

そして、誘電体基板 21 の一方の面 21a 側から見て、透明導電膜 22 とスロット 27 が対向し、結果として、透明導電膜 22 とマイクロストリップライン 25 が対向している。

【0039】

誘電体基板 21 としては、上記の誘電体基板 11 と同様のものが用いられる。

基板 24 としては、上記の基板 14 と同様のものが用いられる。

マイクロストリップライン 25 としては、上記のマイクロストリップライン 15 と同様

50

のものが挙げられる。

グラウンド 26 としては、上記のグラウンド 16 と同様のものが挙げられる。

【0040】

このパッチアンテナ 20 において、誘電体基板 21 は、その比誘電率 ϵ_r と誘電損失正接 $\tan \delta$ が、 $\epsilon_r < 5$ 、 $\tan \delta < 0.006$ の関係を満たしていることが好ましい。

また、基板 24 は、その比誘電率 ϵ_r と誘電損失正接 $\tan \delta$ が、 $1 < \epsilon_r < 11$ 、 $\tan \delta < 0.003$ の関係を満たしていることが好ましい。

また、放射素子をなす透明導電膜 22 の幅 w_p 、長さ L_p 、光速を使用周波数で除して算出された波長 λ_0 が、 $0.2 w_p < L_p < 2.0 w_p$ 、 $0.15 \lambda_0 < w_p < 0.26 \lambda_0$ の関係を満たしていることが好ましい。

10

さらに、スロット 27 の幅 w_{s1} 、長さ L_{s1} 、光速を使用周波数で除して算出された波長 λ_0 が、 $0.0025 \lambda_0 < L_{s1} < 0.15 \lambda_0$ 、 $L_{s1} / 30 < w_{s1} < L_{s1} / 2$ の関係を満たしていることが好ましい。

【0041】

このパッチアンテナ 20 では、透明部材 23 と給電部材 28 を結合することにより、マイクロストリップライン 25 を備えた給電部材 28 が、誘電法則を含めた Maxwell の方式と一致する電磁結合によって、電磁エネルギーを放つ。

また、マイクロストリップライン 25 の幅を変えることにより、伝送線路の特性インピーダンスである Z_0 を整合を取ることができる。また、マイクロストリップライン 25 の長さを変えることにより、アンテナの整合を調整することができる。

20

【0042】

一方、透明導電膜 22 の長さ（主偏波に対して）を変えることにより、アンテナの共振を調整する。

また、透明導電膜 22 の幅を変えることにより、アンテナの整合を調整する。

【0043】

また、スロット 27 の寸法（幅、長さ）を変えることにより、透明導電膜 22 とマイクロストリップライン 25 の電磁結合を調整する。

【0044】

このパッチアンテナ 20 は、誘電体基板 21 上に透明導電膜 22 が成膜された状態での上記の可視光波長領域における透過率が 30% 以上であることが好ましい。

30

また、このパッチアンテナ 20 は、0.8 GHz ~ 1.2 GHz において、同じ寸法の金属薄膜を用いて作製したアンテナに比べて、利得の低下が 6 dB 以下であり、放射効率が 20% 以上であることが好ましい。

【実施例】

【0045】

「実施例 1」

図 3 に示すように、透明導電膜 12 の形状を正方形とし、1575.42 MHz 中心（GPS 帯）への応用を目的とするマイクロストリップライン給電を用いたパッチアンテナ 10 の放射特性を測定した。

表 1 に測定に用いた各パラメータを示す。

40

【0046】

【表 1】

エレメント	パラメータ	記号	数値
透明導電膜	導電率	σ_{ITO}	$7.1 \times 10^5 \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$
	厚み	t_{ITO}	700nm
	素子長	L_p	41.32mm
	素子幅	w_p	41.32mm
誘電体基板	比誘電率	$\epsilon_{r\text{glass}}$	3.81
	誘電損失正接	$\tan \delta_{\text{glass}}$	$4.7 \cdot 10^{-5}$
	厚み	t_{glass}	1.0mm
マイクロストリップライン	導電率	σ_{copper}	$5.8 \cdot 10^7 \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$
	厚み	t_{copper}	35 μm
	長さ	L_l	50.0mm
	給電ライン幅	w_l	0.5mm
	スタップ長	L_s	15.0mm
基板	比誘電率	$\epsilon_{r\text{subs}}$	10.2
	誘電損失正接	$\tan \delta_{\text{subs}}$	0.0023
	厚み	t_{subs}	0.635mm
グラウンド	導電率	σ_{copper}	$5.8 \cdot 10^7 \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$
	厚み	t_{copper}	35 μm
	長さ	g	100mm

10

20

【0047】

表 1 に示すパラメータを用いて、パッチアンテナ 10 の放射特性を算出した。

図 5 は、S パラメータを示すグラフである。この図 5 より、このパッチアンテナ 10 は、破線で示す目的とする G P S 周波数の 1 5 7 5 . 4 2 M H z に共振することが分かった。

なお、この実施例 1 では、比較のために、放射素子を銅薄膜で形成したパッチアンテナの特性を示す。

【0048】

図 6 は、アンテナの整合状態を示すグラフである。この図 6 より、ITO 薄膜からなる透明導電膜 1 2 は、抵抗 R_{in} が 5 5 . 7 、リアクタンス X_{in} が 2 0 . 3 であることが分かった。

40

【0049】

図 7、8 は、1 . 5 7 5 G H z におけるパッチアンテナ 10 の放射特性を示すグラフである。

アンテナの放射特性を、S パラメータの一番落ちていた値の周波数で示す。

図 7 は $\theta = 0^\circ$ 、 $\phi = 90^\circ$ における垂直面内指向性を表し、図 8 は $\theta = 90^\circ$ 、 $\phi = 90^\circ$ における水平面内指向性を表す。

また、これら図 7、8 より、パッチアンテナ 10 のピーク利得が約 4 . 2 d B i であることが分かった。

さらに、ITO 薄膜からなる透明導電膜 1 2 と、銅薄膜からなる放射素子とを比較すると、透明導電膜 1 2 のピーク利得が 0 . 7 d B 低減することが分かった。

50

なお、半値幅はそれぞれ、ITO薄膜の半値幅 $HPBW_{ITO} = 86^\circ$ 、銅薄膜の半値幅 $HPBW_{copper} = 85^\circ$ であった。

また、計算により、透明導電膜12からなる放射素子を備えたパッチアンテナ10の放射効率は62%となり、銅薄膜からなる放射素子を備えたパッチアンテナに比べて、放射効率が27%低減することが分かった。

【0050】

「実施例2」

図9は、実施例2のパッチアンテナを示す概略図であり、(a)は斜視図、(b)は平面図である。

図9において、図3に示したパッチアンテナ10の構成要素と同じ構成要素には同一符号を付して、その説明を省略する。

このパッチアンテナ30では、透明導電膜31の形状を円形とした。

このパッチアンテナ30について、表1に示すパラメータおよび透明導電膜31の半径 $r_p = 24.7\text{ mm}$ を用いて、放射特性(利得減、放射効率)を算出した。

その結果、実施例1とほぼ同じ結果が得られた。

【0051】

「実施例3」

図10は、実施例3のパッチアンテナを示す概略斜視図である。

図10において、図3に示したパッチアンテナ10の構成要素と同じ構成要素には同一符号を付して、その説明を省略する。

このパッチアンテナ40では、透明導電膜41の形状を長方形とした。

このパッチアンテナ40は、実施例1のパッチアンテナ10とほぼ同等の放射特性(利得減、放射効率)を示した。

【0052】

「実施例4」

図11は、実施例4のパッチアンテナを示す概略斜視図である。

図11において、図3に示したパッチアンテナ10の構成要素と同じ構成要素には同一符号を付して、その説明を省略する。

このパッチアンテナ50では、透明導電膜51の形状を楕円形とした。

このパッチアンテナ50は、実施例1のパッチアンテナ10とほぼ同等の放射特性(利得減、放射効率)を示した。

【0053】

「実施例5」

図12は、実施例5のパッチアンテナを示す概略斜視図である。

図12において、図3に示したパッチアンテナ10の構成要素と同じ構成要素には同一符号を付して、その説明を省略する。

このパッチアンテナ60では、透明導電膜61の形状を三角形とした。

このパッチアンテナ60は、実施例1のパッチアンテナ10とほぼ同等の放射特性(利得減、放射効率)を示した。

【0054】

「実施例6」

図13は、実施例6のパッチアンテナを示す概略斜視図である。

図13において、図3に示したパッチアンテナ10の構成要素と同じ構成要素には同一符号を付して、その説明を省略する。

このパッチアンテナ70では、透明導電膜71の形状を円環形とした。

このパッチアンテナ70は、実施例1のパッチアンテナ10とほぼ同等の放射特性(利得減、放射効率)を示した。

【0055】

「実施例7」

図14は、実施例7のパッチアンテナを示す概略斜視図である。

10

20

30

40

50

図14において、図3に示したパッチアンテナ10の構成要素と同じ構成要素には同一符号を付して、その説明を省略する。

このパッチアンテナ80では、透明導電膜81の形状を五角形とした。

このパッチアンテナ80は、実施例1のパッチアンテナ10とほぼ同等の放射特性（利得減、放射効率）を示した。

【0056】

「実施例8」

図15は、実施例8のパッチアンテナを示す概略斜視図である。

図15において、図3に示したパッチアンテナ10の構成要素と同じ構成要素には同一符号を付して、その説明を省略する。

このパッチアンテナ90では、透明導電膜91の形状を六角形とした。

このパッチアンテナ90は、実施例1のパッチアンテナ10とほぼ同等の放射特性（利得減、放射効率）を示した。

【0057】

「実施例9」

図16は、実施例9のパッチアンテナを示す概略斜視図である。

図16において、図3に示したパッチアンテナ10の構成要素と同じ構成要素には同一符号を付して、その説明を省略する。

このパッチアンテナ100では、透明導電膜101の形状をH字型とした。

このパッチアンテナ100は、実施例1のパッチアンテナ10とほぼ同等の放射特性（利得減、放射効率）を示した。

【0058】

「実施例10」

図17は、実施例10のパッチアンテナを示す概略斜視図である。

図17において、図3に示したパッチアンテナ10の構成要素と同じ構成要素には同一符号を付して、その説明を省略する。

このパッチアンテナ110では、透明導電膜111の形状をU字型とした。

このパッチアンテナ110は、実施例1のパッチアンテナ10とほぼ同等の放射特性（利得減、放射効率）を示した。

【0059】

「実施例11」

図18は、実施例11のパッチアンテナを示す概略斜視図である。

図18において、図3に示したパッチアンテナ10の構成要素と同じ構成要素には同一符号を付して、その説明を省略する。

このパッチアンテナ120では、透明導電膜121の形状をL字型とした。

このパッチアンテナ120は、実施例1のパッチアンテナ10とほぼ同等の放射特性（利得減、放射効率）を示した。

【0060】

「実施例12」

図19は、実施例12のパッチアンテナを示す概略斜視図である。

図19において、図3に示したパッチアンテナ10の構成要素と同じ構成要素には同一符号を付して、その説明を省略する。

このパッチアンテナ130では、透明導電膜131の形状を十字型とした。

このパッチアンテナ130は、実施例1のパッチアンテナ10とほぼ同等の放射特性（利得減、放射効率）を示した。

【0061】

「実施例13」

図20は、実施例13のパッチアンテナを示す概略斜視図である。

図20において、図3に示したパッチアンテナ10の構成要素と同じ構成要素には同一符号を付して、その説明を省略する。

10

20

30

40

50

このパッチアンテナ 140 では、透明導電膜 141 の形状を T 字型とした。

このパッチアンテナ 140 は、実施例 1 のパッチアンテナ 10 とほぼ同等の放射特性（利得減、放射効率）を示した。

【0062】

「実施例 14」

図 21 は、実施例 14 のパッチアンテナを示す概略斜視図である。

図 21 において、図 3 に示したパッチアンテナ 10 の構成要素と同じ構成要素には同一符号を付して、その説明を省略する。

このパッチアンテナ 150 では、透明導電膜 141 の形状を台形とした。

このパッチアンテナ 150 は、実施例 1 のパッチアンテナ 10 とほぼ同等の放射特性（利得減、放射効率）を示した。

【0063】

「実施例 15」

図 4 に示すように、透明導電膜 22 の形状を正方形とし、1575.42 MHz 中心（GPS 帯）への応用を目的とするマイクロストリップライン給電を用いたパッチアンテナ 20 の放射特性を測定した。

表 2 に測定に用いた各パラメータを示す。

【0064】

【表 2】

エレメント	パラメータ	記号	数値
透明導電膜	導電率	σ_{ITO}	$7.1 \times 10^5 S \cdot m^{-1}$
	厚み	t_{ITO}	700nm
	素子長	L_p	40.7mm
	素子幅	W_p	40.7mm
誘電体基板	比誘電率	ϵ_{rglass}	4.7
	誘電損失正接	$\tan \delta_{glass}$	0.0055
	厚み	t_{glass}	1.1mm
スロット	長さ	L_{sl}	12.3mm
	幅	W_{sl}	2.0mm
グラウンド	導電率	σ_{copper}	$5.8 \cdot 10^7 S \cdot m^{-1}$
	厚み	t_{copper}	35 μm
	長さ	g	100mm
基板	比誘電率	ϵ_{rsubs}	2.2
	誘電損失正接	$\tan \delta_{subs}$	0.0012
	厚み	t_{subs}	0.8mm
マイクロストリップライン	導電率	σ_{copper}	$5.8 \cdot 10^7 S \cdot m^{-1}$
	厚み	t_{copper}	35 μm
	長さ	L_l	50.0mm
	給電ライン幅	W_l	2.65mm
	スタップ長	L_s	15.3mm

【0065】

表 2 に示すパラメータを用いて、パッチアンテナ 2 0 の放射特性を算出した。

図 2 2 は、S パラメータを示すグラフである。この図 2 2 より、このパッチアンテナ 2 0 は、破線で示す目的とする GPS 周波数の 1 5 7 5 . 4 2 M H z に共振することが分かった。

なお、この実施例 1 5 では、比較のために、放射素子を銅薄膜で形成したパッチアンテナの特性を示す。

【 0 0 6 6 】

図 2 3 は、アンテナの整合状態を示すグラフである。この図 2 3 より、ITO 薄膜からなる透明導電膜 2 2 は、抵抗 $R_{i n}$ が 5 9 . 6 、リアクタンス $X_{i n}$ が 2 . 2 であることが分かった。

10

【 0 0 6 7 】

図 2 4、2 5 は、1 . 5 7 5 G H z におけるパッチアンテナ 2 0 の放射特性を示すグラフである。

アンテナの放射特性を、S パラメータの一番落ちている値の周波数で示す。

図 2 4 は $\theta = 0^\circ$ 、 $\phi = 90^\circ$ における垂直面内指向性を表し、図 2 5 は $\theta = 90^\circ$ 、 $\phi = 90^\circ$ における水平面内指向性を表す。

また、これら図 2 4、2 5 より、パッチアンテナ 2 0 のピーク利得が約 2 d B i であることが分かった。

さらに、ITO 薄膜からなる透明導電膜 2 2 と、銅薄膜からなる放射素子とを比較すると、透明導電膜 2 2 のピーク利得が 1 . 7 d B 低減することが分かった。

20

なお、半値幅はそれぞれ、ITO 薄膜の半値幅 $H P B W_{I T O} = 90^\circ$ 、銅薄膜の半値幅 $H P B W_{c o p p e r} = 89^\circ$ であった。

また、計算により、透明導電膜 2 2 からなる放射素子を備えたパッチアンテナ 2 0 の放射効率は 3 4 . 6 % となり、銅薄膜からなる放射素子を備えたパッチアンテナに比べて、放射効率が 1 6 % 低減することが分かった。

【 0 0 6 8 】

「実施例 1 6」

図 2 6 は、実施例 1 6 のパッチアンテナを示す概略図であり、(a) は斜視図、(b) は平面図である。

図 2 6 において、図 4 に示したパッチアンテナ 2 0 の構成要素と同じ構成要素には同一符号を付して、その説明を省略する。

30

このパッチアンテナ 1 6 0 では、透明導電膜 1 6 1 の形状を円形とした。

このパッチアンテナ 1 6 0 について、表 2 に示すパラメータおよび透明導電膜 1 6 1 の半径 $r_p = 2.42 \text{ mm}$ を用いて、放射特性 (利得減、放射効率) を算出した。

その結果、実施例 1 5 とほぼ同じ結果が得られた。

【 0 0 6 9 】

「実施例 1 7」

図 2 7 は、実施例 1 7 のパッチアンテナを示す概略斜視図である。

図 2 7 において、図 4 に示したパッチアンテナ 2 0 の構成要素と同じ構成要素には同一符号を付して、その説明を省略する。

40

このパッチアンテナ 1 7 0 では、透明導電膜 1 7 1 の形状を長方形とした。

このパッチアンテナ 1 7 0 は、実施例 1 5 のパッチアンテナ 1 0 とほぼ同等の放射特性 (利得減、放射効率) を示した。

【 0 0 7 0 】

「実施例 1 8」

図 2 8 は、実施例 1 8 のパッチアンテナを示す概略斜視図である。

図 2 8 において、図 4 に示したパッチアンテナ 2 0 の構成要素と同じ構成要素には同一符号を付して、その説明を省略する。

このパッチアンテナ 1 8 0 では、透明導電膜 1 8 1 の形状を楕円形とした。

このパッチアンテナ 1 8 0 は、実施例 1 5 のパッチアンテナ 1 0 とほぼ同等の放射特性

50

(利得減、放射効率)を示した。

【0071】

「実施例19」

図29は、実施例19のパッチアンテナを示す概略斜視図である。

図29において、図4に示したパッチアンテナ20の構成要素と同じ構成要素には同一符号を付して、その説明を省略する。

このパッチアンテナ190では、透明導電膜191の形状を三角形とした。

このパッチアンテナ190は、実施例15のパッチアンテナ10とほぼ同等の放射特性(利得減、放射効率)を示した。

【0072】

「実施例20」

図30は、実施例20のパッチアンテナを示す概略斜視図である。

図30において、図4に示したパッチアンテナ20の構成要素と同じ構成要素には同一符号を付して、その説明を省略する。

このパッチアンテナ200では、透明導電膜201の形状を円環形とした。

このパッチアンテナ200は、実施例15のパッチアンテナ10とほぼ同等の放射特性(利得減、放射効率)を示した。

【0073】

「実施例21」

図31は、実施例21のパッチアンテナを示す概略斜視図である。

図31において、図4に示したパッチアンテナ20の構成要素と同じ構成要素には同一符号を付して、その説明を省略する。

このパッチアンテナ210では、透明導電膜211の形状を五角形とした。

このパッチアンテナ210は、実施例15のパッチアンテナ10とほぼ同等の放射特性(利得減、放射効率)を示した。

【0074】

「実施例22」

図32は、実施例22のパッチアンテナを示す概略斜視図である。

図32において、図4に示したパッチアンテナ20の構成要素と同じ構成要素には同一符号を付して、その説明を省略する。

このパッチアンテナ220では、透明導電膜221の形状を六角形とした。

このパッチアンテナ220は、実施例15のパッチアンテナ10とほぼ同等の放射特性(利得減、放射効率)を示した。

【0075】

「実施例23」

図33は、実施例23のパッチアンテナを示す概略斜視図である。

図33において、図4に示したパッチアンテナ20の構成要素と同じ構成要素には同一符号を付して、その説明を省略する。

このパッチアンテナ230では、透明導電膜231の形状をH字型とした。

このパッチアンテナ230は、実施例15のパッチアンテナ10とほぼ同等の放射特性(利得減、放射効率)を示した。

【0076】

「実施例24」

図34は、実施例24のパッチアンテナを示す概略斜視図である。

図34において、図4に示したパッチアンテナ20の構成要素と同じ構成要素には同一符号を付して、その説明を省略する。

このパッチアンテナ240では、透明導電膜241の形状をU字型とした。

このパッチアンテナ240は、実施例15のパッチアンテナ10とほぼ同等の放射特性(利得減、放射効率)を示した。

【0077】

10

20

30

40

50

「実施例 25」

図 35 は、実施例 25 のパッチアンテナを示す概略斜視図である。

図 35 において、図 4 に示したパッチアンテナ 20 の構成要素と同じ構成要素には同一符号を付して、その説明を省略する。

このパッチアンテナ 250 では、透明導電膜 251 の形状を L 字型とした。

このパッチアンテナ 250 は、実施例 15 のパッチアンテナ 10 とほぼ同等の放射特性（利得減、放射効率）を示した。

【0078】

「実施例 26」

図 36 は、実施例 26 のパッチアンテナを示す概略斜視図である。

図 36 において、図 4 に示したパッチアンテナ 20 の構成要素と同じ構成要素には同一符号を付して、その説明を省略する。

このパッチアンテナ 260 では、透明導電膜 261 の形状を十字型とした。

このパッチアンテナ 260 は、実施例 15 のパッチアンテナ 10 とほぼ同等の放射特性（利得減、放射効率）を示した。

【0079】

「実施例 27」

図 37 は、実施例 27 のパッチアンテナを示す概略斜視図である。

図 37 において、図 4 に示したパッチアンテナ 20 の構成要素と同じ構成要素には同一符号を付して、その説明を省略する。

このパッチアンテナ 270 では、透明導電膜 271 の形状を T 字型とした。

このパッチアンテナ 270 は、実施例 15 のパッチアンテナ 10 とほぼ同等の放射特性（利得減、放射効率）を示した。

【0080】

「実施例 28」

図 38 は、実施例 28 のパッチアンテナを示す概略斜視図である。

図 38 において、図 4 に示したパッチアンテナ 20 の構成要素と同じ構成要素には同一符号を付して、その説明を省略する。

このパッチアンテナ 280 では、透明導電膜 281 の形状を台形とした。

このパッチアンテナ 280 は、実施例 15 のパッチアンテナ 10 とほぼ同等の放射特性（利得減、放射効率）を示した。

【0081】

「実施例 29」

図 39 は、実施例 29 のパッチアンテナを示す概略斜視図である。

図 39 において、図 4 に示したパッチアンテナ 20 の構成要素と同じ構成要素には同一符号を付して、その説明を省略する。

このパッチアンテナ 290 では、スロット 291 の形状を楕円形とした。

このパッチアンテナ 290 は、実施例 15 のパッチアンテナ 10 とほぼ同等の放射特性（利得減、放射効率）を示した。

【0082】

「実施例 30」

図 40 は、実施例 30 のパッチアンテナを示す概略斜視図である。

図 40 において、図 4 に示したパッチアンテナ 20 の構成要素と同じ構成要素には同一符号を付して、その説明を省略する。

このパッチアンテナ 300 では、スロット 301 の形状を菱形とした。

このパッチアンテナ 300 は、実施例 15 のパッチアンテナ 10 とほぼ同等の放射特性（利得減、放射効率）を示した。

【0083】

「実施例 31」

図 41 は、実施例 31 のパッチアンテナを示す概略斜視図である。

10

20

30

40

50

図 4 1 において、図 4 に示したパッチアンテナ 2 0 の構成要素と同じ構成要素には同一符号を付して、その説明を省略する。

このパッチアンテナ 3 1 0 では、スロット 3 1 1 の形状を垂鈴形とした。

このパッチアンテナ 3 1 0 は、実施例 1 5 のパッチアンテナ 1 0 とほぼ同等の放射特性（利得減、放射効率）を示した。

【 0 0 8 4 】

「実施例 3 2 」

図 4 2 は、実施例 3 2 のパッチアンテナを示す概略斜視図である。

図 4 2 において、図 4 に示したパッチアンテナ 2 0 の構成要素と同じ構成要素には同一符号を付して、その説明を省略する。

このパッチアンテナ 3 2 0 では、スロット 3 2 1 の形状を H 字型とした。

このパッチアンテナ 3 2 0 は、実施例 1 5 のパッチアンテナ 1 0 とほぼ同等の放射特性（利得減、放射効率）を示した。

【 0 0 8 5 】

「実施例 3 3 」

図 4 3 は、実施例 3 3 のパッチアンテナを示す概略斜視図である。

図 4 3 において、図 4 に示したパッチアンテナ 2 0 の構成要素と同じ構成要素には同一符号を付して、その説明を省略する。

このパッチアンテナ 3 3 0 では、スロット 3 3 1 の形状をボウタイ型とした。

このパッチアンテナ 3 3 0 は、実施例 1 5 のパッチアンテナ 1 0 とほぼ同等の放射特性（利得減、放射効率）を示した。

【 0 0 8 6 】

「実施例 3 4 」

図 4 4 は、実施例 3 4 のパッチアンテナを示す概略斜視図である。

図 4 4 において、図 4 に示したパッチアンテナ 2 0 の構成要素と同じ構成要素には同一符号を付して、その説明を省略する。

このパッチアンテナ 3 4 0 では、スロット 3 4 1 の形状を U 字型とした。

このパッチアンテナ 3 4 0 は、実施例 1 5 のパッチアンテナ 1 0 とほぼ同等の放射特性（利得減、放射効率）を示した。

【 0 0 8 7 】

「実施例 3 5 」

図 4 5 は、実施例 3 5 のパッチアンテナを示す概略斜視図である。

図 4 5 において、図 4 に示したパッチアンテナ 2 0 の構成要素と同じ構成要素には同一符号を付して、その説明を省略する。

このパッチアンテナ 3 5 0 では、スロット 3 5 1 の形状を十時字型とした。

このパッチアンテナ 3 5 0 は、実施例 1 5 のパッチアンテナ 1 0 とほぼ同等の放射特性（利得減、放射効率）を示した。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 8 8 】

【 図 1 】本発明の透明アンテナに用いられる I T O 薄膜と F T O 薄膜の波長 5 5 0 n m における透過率とシート抵抗との関係を示すグラフである。

【 図 2 】本発明の透明アンテナに用いられる I T O 薄膜と F T O 薄膜の透過率の波長依存性を示すグラフである。

【 図 3 】本発明の透明アンテナの一例としてパッチアンテナを示す概略図であり、（ a ）は斜視図、（ b ）は平面図である。

【 図 4 】本発明の透明アンテナの他の例としてパッチアンテナを示す概略図であり、（ a ）は斜視図、（ b ）は平面図である。

【 図 5 】本発明の実施例 1 の透明アンテナの S パラメータを示すグラフである。

【 図 6 】本発明の実施例 1 の透明アンテナの整合状態を示すグラフである。

【 図 7 】本発明の実施例 1 の透明アンテナの放射特性を示すグラフである。

10

20

30

40

50

【図 8】本発明の実施例 1 の透明アンテナの放射特性を示すグラフである。

【図 9】本発明の実施例 2 の透明アンテナを示す概略図であり、(a) は斜視図、(b) は平面図である。

【図 10】本発明の実施例 3 の透明アンテナを示す概略斜視図である。

【図 11】本発明の実施例 4 の透明アンテナを示す概略斜視図である。

【図 12】本発明の実施例 5 の透明アンテナを示す概略斜視図である。

【図 13】本発明の実施例 6 の透明アンテナを示す概略斜視図である。

【図 14】本発明の実施例 7 の透明アンテナを示す概略斜視図である。

【図 15】本発明の実施例 8 の透明アンテナを示す概略斜視図である。

【図 16】本発明の実施例 9 の透明アンテナを示す概略斜視図である。

10

【図 17】本発明の実施例 10 の透明アンテナを示す概略斜視図である。

【図 18】本発明の実施例 11 の透明アンテナを示す概略斜視図である。

【図 19】本発明の実施例 12 の透明アンテナを示す概略斜視図である。

【図 20】本発明の実施例 13 の透明アンテナを示す概略斜視図である。

【図 21】本発明の実施例 14 の透明アンテナを示す概略斜視図である。

【図 22】本発明の実施例 15 の透明アンテナの S パラメータを示すグラフである。

【図 23】本発明の実施例 15 の透明アンテナの整合状態を示すグラフである。

【図 24】本発明の実施例 15 の透明アンテナの放射特性を示すグラフである。

【図 25】本発明の実施例 15 の透明アンテナの放射特性を示すグラフである。

【図 26】本発明の実施例 16 の透明アンテナを示す概略図であり、(a) は斜視図、(b) は平面図である。

20

【図 27】本発明の実施例 17 の透明アンテナを示す概略斜視図である。

【図 28】本発明の実施例 18 の透明アンテナを示す概略斜視図である。

【図 29】本発明の実施例 19 の透明アンテナを示す概略斜視図である。

【図 30】本発明の実施例 20 の透明アンテナを示す概略斜視図である。

【図 31】本発明の実施例 21 の透明アンテナを示す概略斜視図である。

【図 32】本発明の実施例 22 の透明アンテナを示す概略斜視図である。

【図 33】本発明の実施例 23 の透明アンテナを示す概略斜視図である。

【図 34】本発明の実施例 24 の透明アンテナを示す概略斜視図である。

【図 35】本発明の実施例 25 の透明アンテナを示す概略斜視図である。

30

【図 36】本発明の実施例 26 の透明アンテナを示す概略斜視図である。

【図 37】本発明の実施例 27 の透明アンテナを示す概略斜視図である。

【図 38】本発明の実施例 28 の透明アンテナを示す概略斜視図である。

【図 39】本発明の実施例 29 の透明アンテナを示す概略斜視図である。

【図 40】本発明の実施例 30 の透明アンテナを示す概略斜視図である。

【図 41】本発明の実施例 31 の透明アンテナを示す概略斜視図である。

【図 42】本発明の実施例 32 の透明アンテナを示す概略斜視図である。

【図 43】本発明の実施例 33 の透明アンテナを示す概略斜視図である。

【図 44】本発明の実施例 34 の透明アンテナを示す概略斜視図である。

【図 45】本発明の実施例 35 の透明アンテナを示す概略斜視図である。

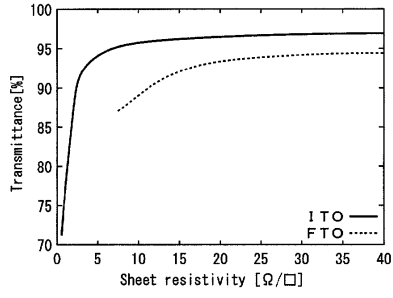
40

【符号の説明】

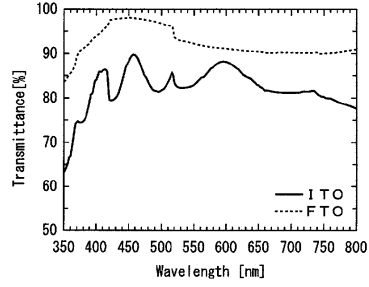
【 0 0 8 9 】

1 0 , 2 0 . . . パッチアンテナ、 1 1 , 2 1 . . . 誘電体基板、 1 2 , 2 2 . . . 透明導電膜、 1 3 , 2 3 . . . 透明部材、 1 4 , 2 4 . . . 基板、 1 5 , 2 5 . . . マイクロストリップライン、 1 6 , 2 6 . . . グラウンド、 1 7 , 2 8 . . . 給電部材、 2 7 . . . スロット。

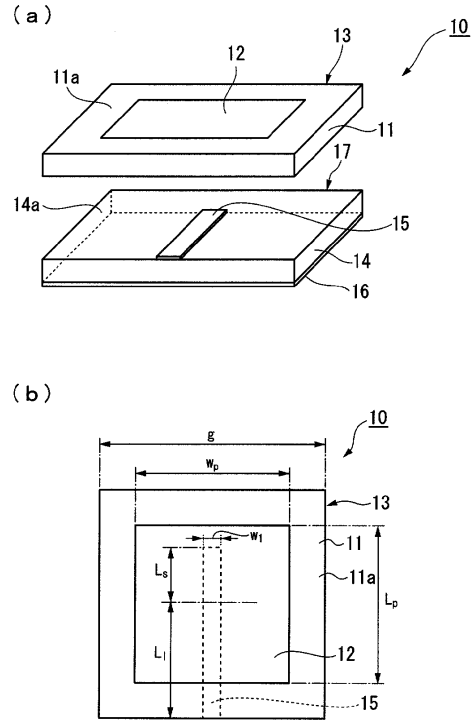
【 図 1 】



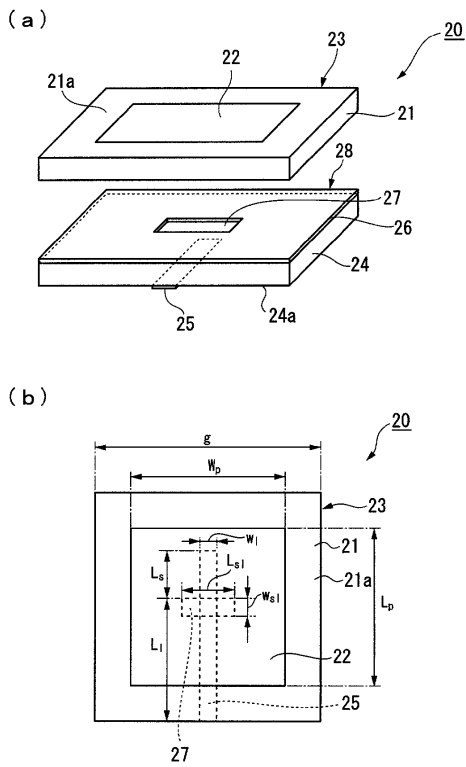
【 図 2 】



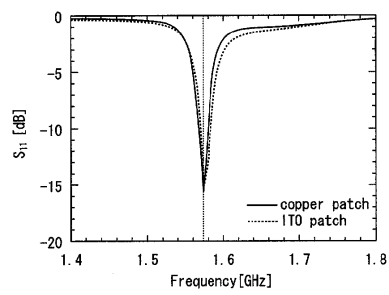
【 図 3 】



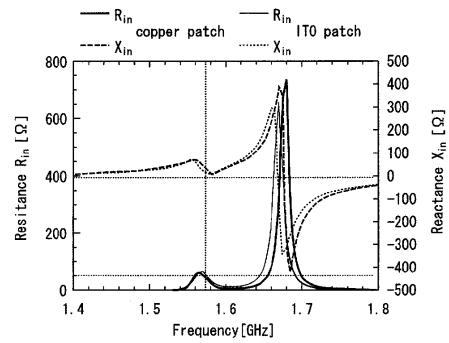
【 図 4 】



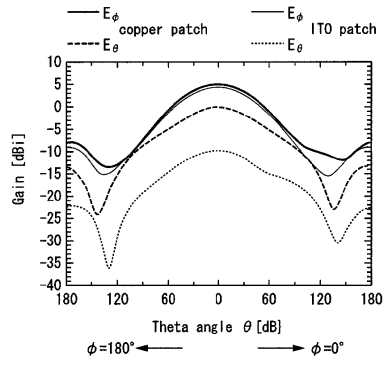
【 図 5 】



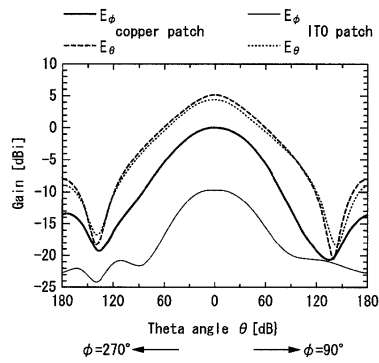
【 図 6 】



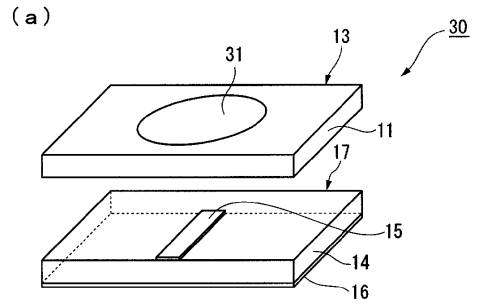
【 図 7 】



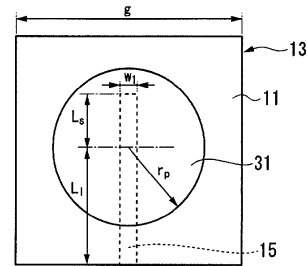
【 図 8 】



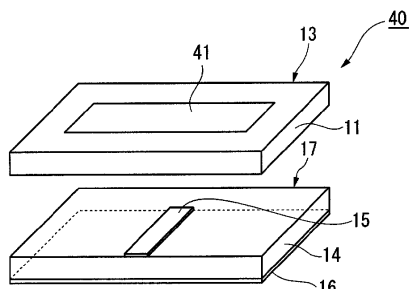
【 図 9 】



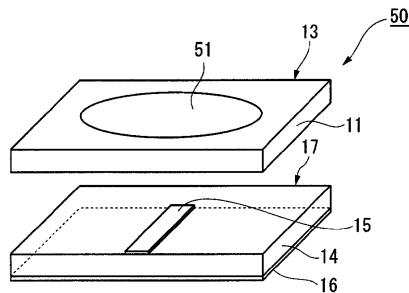
(b)



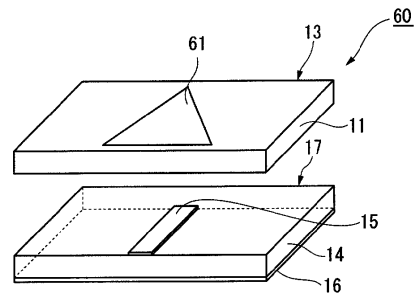
【 図 10 】



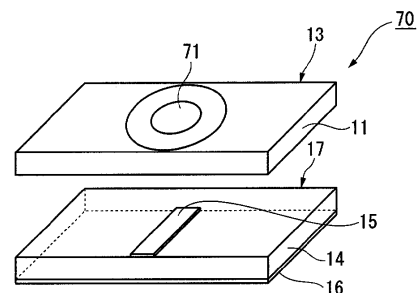
【 図 11 】



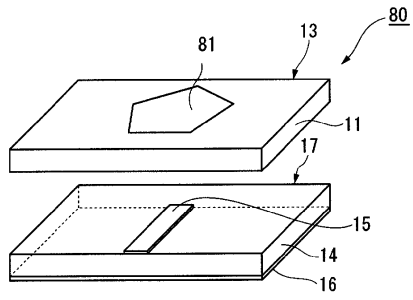
【 図 12 】



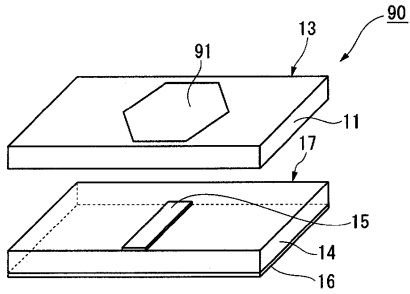
【 図 13 】



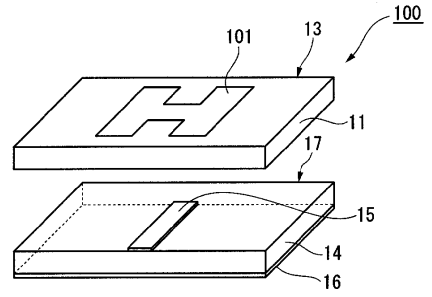
【図14】



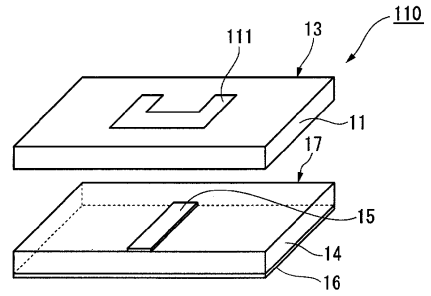
【図15】



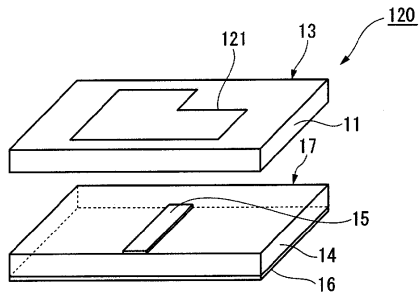
【図16】



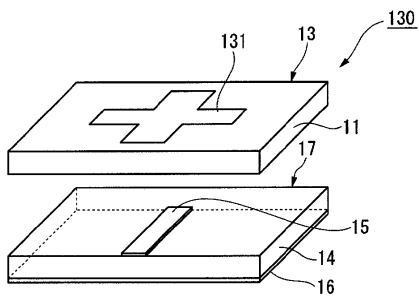
【図17】



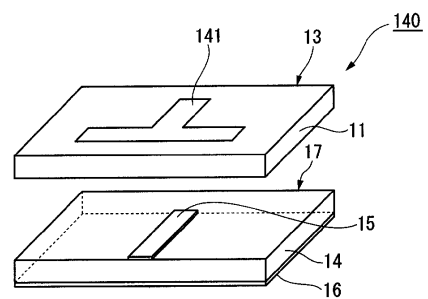
【図18】



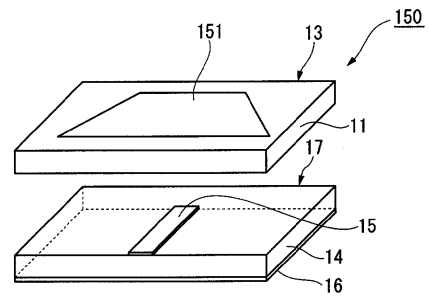
【図19】



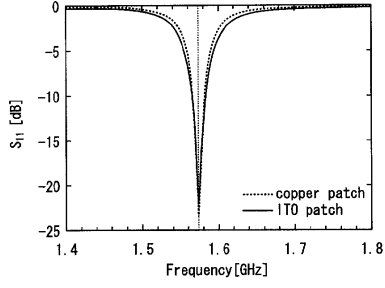
【図20】



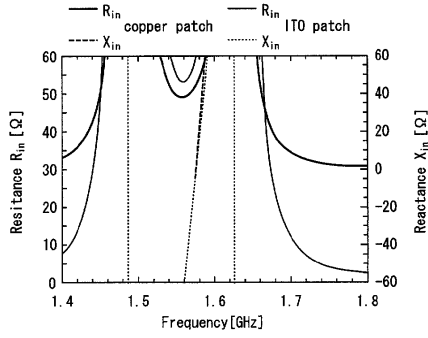
【図21】



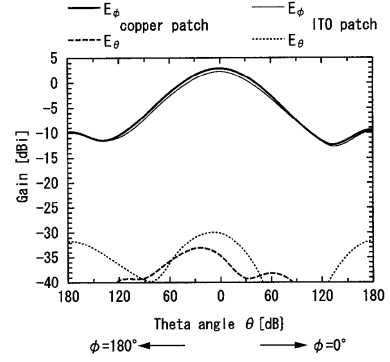
【 図 2 2 】



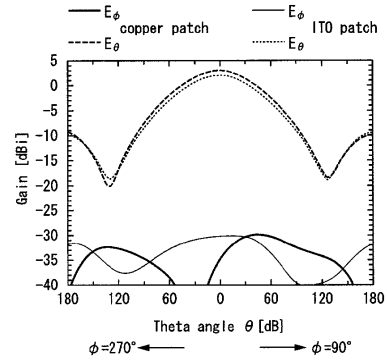
【 図 2 3 】



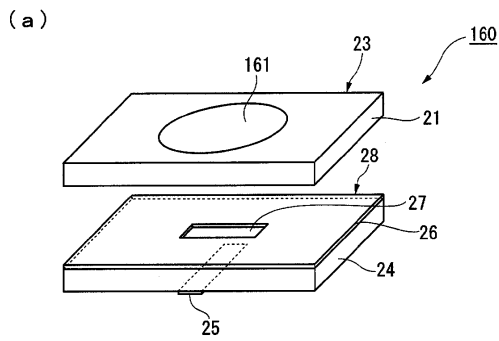
【 図 2 4 】



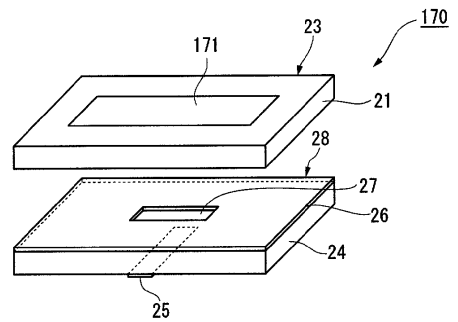
【 図 2 5 】



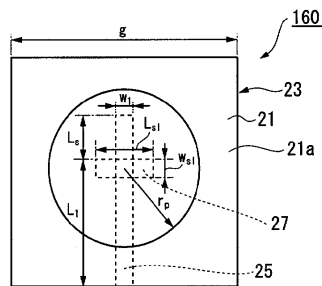
【 図 2 6 】



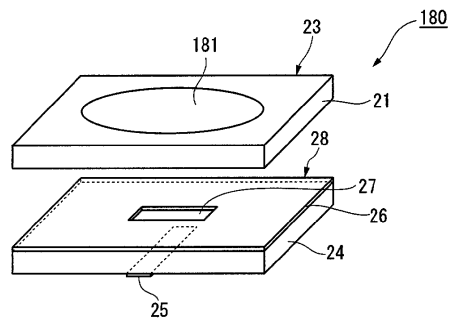
【 図 2 7 】



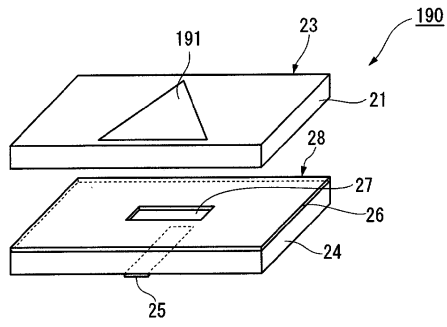
(b)



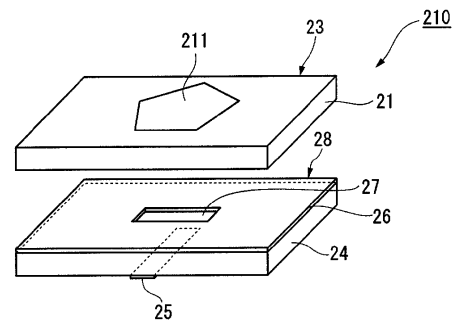
【 図 2 8 】



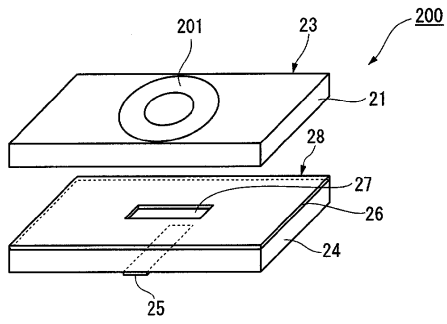
【図 29】



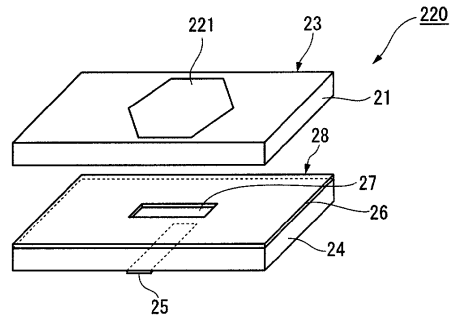
【図 31】



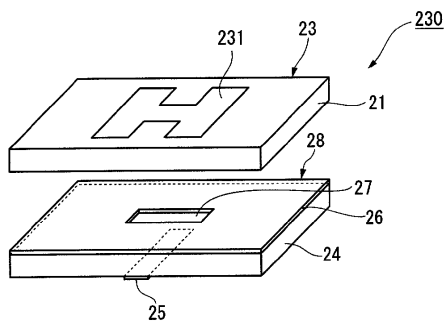
【図 30】



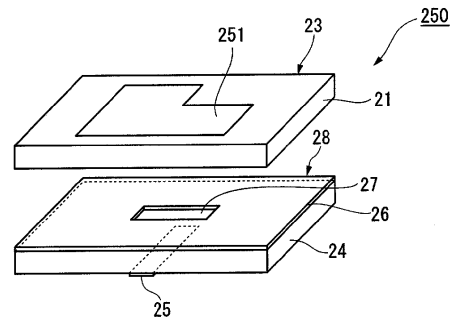
【図 32】



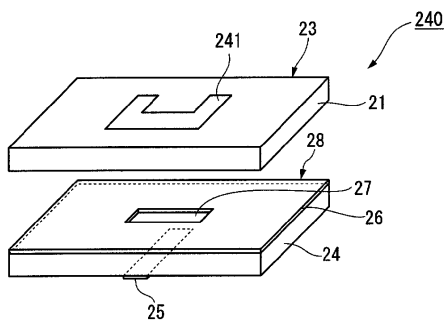
【図 33】



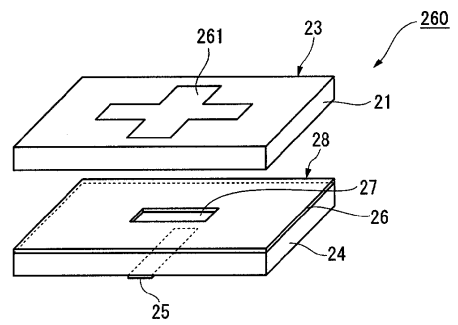
【図 35】



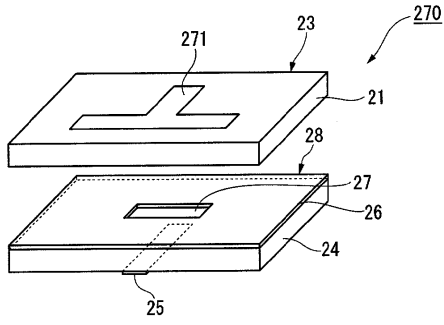
【図 34】



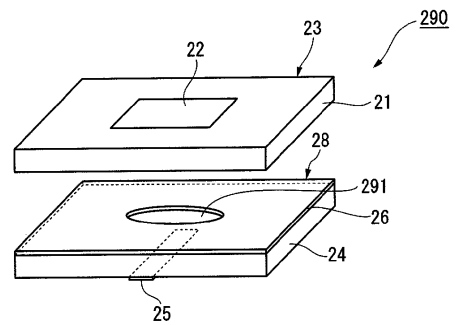
【図 36】



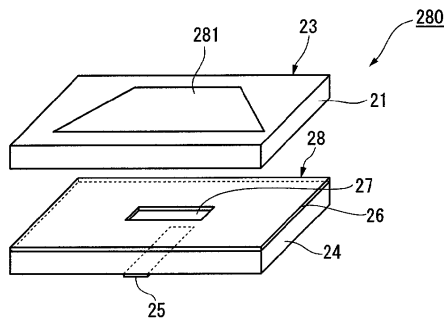
【図37】



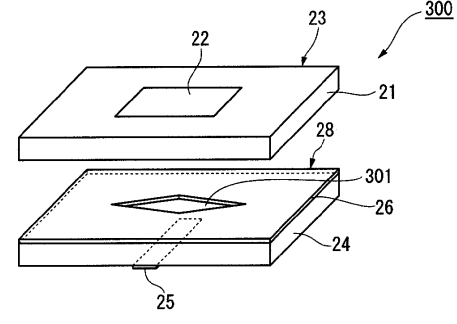
【図39】



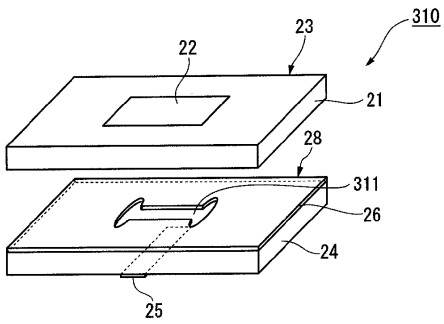
【図38】



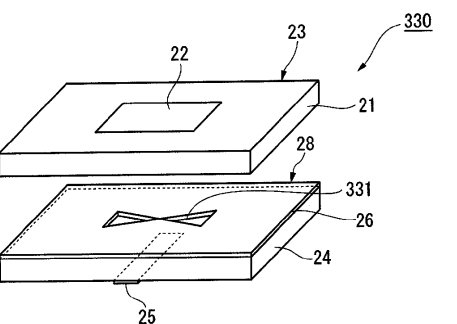
【図40】



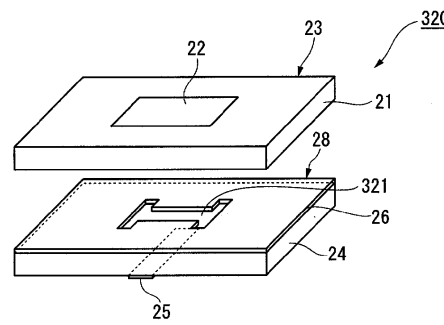
【図41】



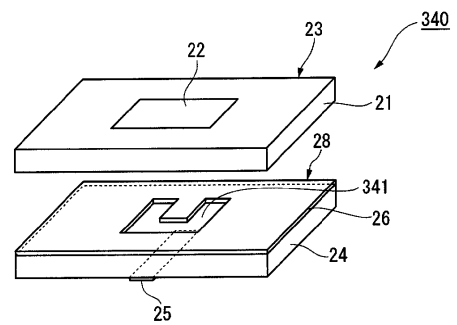
【図43】




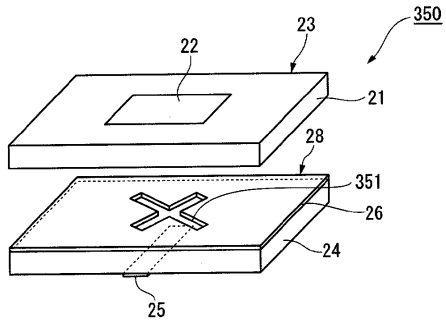
【図42】



【図44】



【 4 5】



フロントページの続き

(72)発明者 官 寧

千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジクラ 佐倉事業所内

(72)発明者 古屋 洋高

千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジクラ 佐倉事業所内

審査官 高野 洋

(56)参考文献 特開2002-076769(JP,A)

特開2002-146536(JP,A)

特表平10-512412(JP,A)

特開平05-152839(JP,A)

特開2001-320224(JP,A)

特開平02-226803(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01Q 1/22

H01Q 1/38

H01Q 13/08