

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 10 月 26 日(26.10.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/144482 A1

- (51) 国際特許分類:
H01Q 7/00 (2006.01) *H01Q 7/06* (2006.01)
H01Q 1/24 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/060321
- (22) 国際出願日: 2012 年 4 月 17 日(17.04.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-091976 2011 年 4 月 18 日(18.04.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社村田製作所 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 10 番 1 号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 加藤 登 (KATO, Noboru) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 10 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 小澤 真大 (OZAWA, Masahiro) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 10 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人深見特許事務所 (Fukami Patent Office, p.c.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中

之島二丁目 2 番 7 号 中之島セントラルタワー Osaka (JP).

- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, 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, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

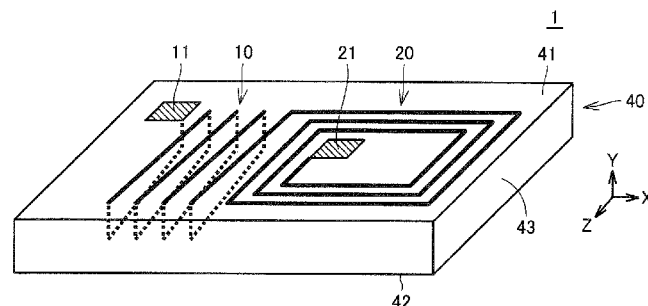
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: ANTENNA DEVICE AND COMMUNICATION TERMINAL DEVICE

(54) 発明の名称: アンテナ装置および通信端末装置

[図1]



(57) Abstract: This antenna device (1) includes a body (40), and first and second coil antennas (10 and 20). Each of the coil conductors of the first and second coil antennas (10 and 20) is formed in the interior and/or upon the surface of the body (40). The first coil antenna (10) has a winding axis (61) which intersects at least one side surface (43) of the body (40). The second coil antenna (20) has a winding axis (62) which intersects first and second main surfaces (41 and 42) of the body (40).

(57) 要約: アンテナ装置 (1) は、素体 (40) と、第 1 および第 2 のコイルアンテナ (10, 20) とを含む。第 1 および第 2 のコイルアンテナ (10, 20) の各コイル導体は、素体 (40) の内部および表面上の少なくとも一方に形成される。第 1 のコイルアンテナ (10) は、素体 (40) の少なくとも 1 つの側面 (43) と交差する巻回軸 (61) を有する。第 2 のコイルアンテナ (20) は、素体 (40) の第 1 および第 2 の主面 (41, 42) と交差する巻回軸 (62) を有する。

WO 2012/144482 A1

明 細 書

発明の名称： アンテナ装置および通信端末装置

技術分野

[0001] この発明は、アンテナ装置に関し、代表的な例として、移動体通信端末用の内蔵アンテナとして利用されるアンテナ装置に関する。

背景技術

[0002] 物品の識別・管理システムとして、リーダライタとRFID (Radio Frequency Identification) タグとを非接触方式で通信し、リーダライタとRFIDタグとの間で情報を伝達するRFIDシステムが知られている。このRFIDシステムでは、RFIDタグのアンテナとリーダライタのアンテナとの間で、所定の情報が高周波信号として送受信される。

[0003] HF帯 (13.56MHz帯) のRFIDシステムで用いられるアンテナは、導体線をコイル状に巻回してなるコイルアンテナが一般的である。このコイルアンテナとして、たとえば国際公開第2009/081683号 (特許文献1) に開示されているように、基板表面に平面的に導体パターンを巻回した平面コイルアンテナが通常用いられる。

[0004] 他方、特開2009-206974号公報 (特許文献2) に開示されているように、コイルの開口面に対する法線がコイルの巻回軸に対して傾斜するように導体線を巻回してなるコイルアンテナも知られている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：国際公開第2009/081683号

特許文献2：特開2009-206974号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上記の国際公開第2009/081683号 (特許文献1) に開示されたような平面コイルアンテナにおいては、その巻回軸方向の磁束密度は高いが

、それ以外の方向の磁束密度は高くない。このため、巻回軸の方向には十分な通信距離を確保することができるが、巻回軸に対して45～90度方向の通信距離は十分でない。

[0007] 一方、上記の特開2009-206974号公報（特許文献2）に開示された立体型のコイルアンテナでは、巻回軸に対してある程度傾斜した方向への指向性を高めることができる。しかしながら、巻回軸に対して45度またはそれ以上傾斜した方向に十分な通信距離を有するようにすることは依然として困難である。

[0008] 通常、コイルアンテナをプリント配線板（プリント基板）に取付けるときには、コイルアンテナの巻回軸がプリント基板面に対して垂直または平行になるように取付けられる。したがって、コイルアンテナが十分な感度を有する方向は、プリント基板面に垂直または平行な方向に限られることになる。従来のコイルアンテナでは、プリント基板面に対して傾斜した方向に十分な指向性を有するようにするには、コイルアンテナをプリント基板に対して斜めに取付けるなどの特殊な方法によらざるを得なかった。

[0009] さらに、コイルアンテナが搭載されるプリント配線板に配線やグランド等の金属物がある場合や、搭載されたコイルアンテナの周囲にチップコンデンサやICチップ等の金属部品が配置されている場合は、これらの金属物によって磁束の形成が妨げられ、十分な通信距離を確保できないことがある。従来のコイルアンテナではコイルの巻回軸の方向が最も磁束密度が大きくなるので、これらの金属物を避けるように磁束を形成することは困難である。

[0010] したがって、この発明の主たる目的は、コイルアンテナの巻回軸に対して傾斜した方向の磁束密度を高めることが可能なアンテナ装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0011] この発明の一局面によるアンテナ装置は、素体と、第1のコイルアンテナと、第2のコイルアンテナとを備える。素体は、互いに対向する第1および第2の主面ならびに第1および第2の主面に接続する1または複数の側面を

有する。第1のコイルアンテナは、素体の内部および表面上の少なくとも一方に形成されたコイル導体によって構成され、1または複数の側面の少なくとも1つと交差する巻回軸を有する。第2のコイルアンテナは、素体の内部および表面上の少なくとも一方に形成されたコイル導体によって構成され、第1および第2の主面と交差する巻回軸を有する。

[0012] 好ましくは、第1および第2のコイルアンテナは、第1のコイルアンテナの一方の開口面から第2のコイルアンテナの一方の開口面を、第1および第2のコイルアンテナのコイル導体によって遮られることなく見通せるように配置されている。

[0013] 好ましい実施の一形態において、第1および第2のコイルアンテナは、外部の給電回路に対して直列または並列に接続され、互いに磁気結合している。この場合、第1および第2のコイルアンテナは、第1のコイルアンテナの上記一方の開口面が磁束の入り口となる場合に第2のコイルアンテナの上記一方の開口面が磁束の出口となるような方向に、もしくは、第1のコイルアンテナの上記一方の開口面が磁束の出口となる場合に第2のコイルアンテナの上記一方の開口面が磁束の入り口となるような方向に巻回されている。

[0014] 好ましい実施の他の形態において、第1および第2のコイルアンテナのうち一方のコイルアンテナは、給電素子として用いられる。この場合、第1および第2のコイルアンテナのうち他方のコイルアンテナは、非給電素子として用いられ、一方のコイルアンテナと磁気結合している。

[0015] 好ましくは、素体は、第1および第2の主面と交差する方向に積層された複数の絶縁体層を積層してなる積層体である。この場合、第2のコイルアンテナは、積層体を構成する複数の絶縁体層のうち少なくとも1つの層の表面上に形成された平面コイルを含む。

[0016] 好ましくは、素体は、第1～第3の領域を含む。第1の領域は、1または積層された複数の絶縁体層からなる。第2の領域は、第1の領域と第2の主面との間に設けられた1または積層された複数の絶縁体層からなる。第3の領域は、第1の領域と第2の領域との間に設けられ、第1および第2の領域

の透磁率よりも高い透磁率を有する１または積層された複数の絶縁体層からなる。この場合、第１のコイルアンテナは、第３の領域の一部を内部に含むように設けられる。第１のコイルアンテナのコイル導体の一部は、第１の領域の内部および表面上の少なくとも一方に形成される。第２のコイルアンテナのコイル導体は、第１の領域の内部および表面上の少なくとも一方に形成されている。

[0017] 好ましくは、素体は、第１および第２の領域を含む。第１の領域は、１または積層された複数の絶縁体層からなる。第２の領域は、第１の領域と第２の主面との間に設けられ、第１の領域の透磁率よりも高い透磁率を有する。この場合、第１のコイルアンテナのコイル導体および第２のコイルアンテナのコイル導体は、第１の領域の内部および表面上の少なくとも一方に形成されている。

[0018] 好ましくは、素体は、強磁性体材料によって形成される。この場合、第１のコイルアンテナのコイル導体の少なくとも一部および第２のコイルアンテナのコイル導体の少なくとも一部は、素体の表面上に形成されている。

[0019] 好ましくは、第１および第２のコイルアンテナは、第２のコイルアンテナのほうが第１のコイルアンテナよりも第２の主面から離間するように配置されている。アンテナ装置は、第１の主面に沿うように第１の主面に近接して形成された導電層をさらに備える。この導電層には、導電層を垂直方向に貫通する穴部と、穴部に達する切欠部とが形成されている。第１の主面に垂直な方向から平面視したとき、導電層の穴部は、第２のコイルアンテナの導電層に近接する側の開口面と重なるように形成される。第１の主面に垂直な方向から平面視したとき、第２のコイルアンテナのコイル導体は、切欠部を除いて導電層によって覆われている。

[0020] 上記の導電層が設けられている場合において、さらに好ましくは、第１の主面に垂直な方向から平面視したとき、切欠部は、第２のコイルアンテナの導電層に近接する側の開口面を挟んで第１のコイルアンテナと反対側に設けられている。

- [0021] 好ましくは、第1および第2のコイルアンテナは、第2のコイルアンテナのほうが第1のコイルアンテナよりも第2の主面から離間するように配置される。第2の主面は、少なくとも一部に金属物を含む母材への取付け面として用いられる。
- [0022] 好ましくは、第2のコイルアンテナのコイル導体の外径および内径は、第1のコイルアンテナのコイル導体の外形および内径よりもそれぞれ大きい。
- [0023] 好ましくは、アンテナ装置は、素体の内部および表面上の少なくとも一方に形成されたコイル導体によって構成され、1または複数の側面の少なくとも1つと交差する巻回軸を有する第3のコイルアンテナをさらに備える。第1の主面に垂直な方向から平面視したとき、第3のコイルアンテナは第2のコイルアンテナを挟んで第1のコイルアンテナと反対側に配置されている。第3のコイルアンテナの巻回軸の方向は、第1のコイルアンテナの巻回軸の方向と略平行である。第1～第3のコイルアンテナは、第2のコイルアンテナのほうが第1および第3のコイルアンテナよりも第2の主面から離間するように配置されている。
- [0024] もしくは、好ましくは、アンテナ装置は、素体の内部および表面上の少なくとも一方に形成されたコイル導体によって構成され、第1および第2の主面と交差する巻回軸を有する第3のコイルアンテナをさらに備える。第1の主面に垂直な方向から平面視したとき、第3のコイルアンテナは、第1のコイルアンテナを挟んで第2のコイルアンテナと反対側に配置されている。第1～第3のコイルアンテナは、第2および第3のコイルアンテナのほうが第1のコイルアンテナよりも第2の主面から離間するように配置されている。
- [0025] 第3のコイルアンテナがさらに設けられる場合において、好ましくは、第1～第3のコイルアンテナは、外部の給電回路に対して直列または並列に接続され、互いに磁気結合している。
- [0026] 第3のコイルアンテナがさらに設けられる場合において、好ましくは、第1～第3のコイルアンテナのうち一部のコイルアンテナは給電素子として用いられる。この場合、第1～第3のコイルアンテナのうち一部のコイルアン

テナを除く残余のコイルアンテナは無給電素子として用いられ、一部のコイルアンテナと磁気結合している。

[0027] この発明の他の局面によるアンテナ装置は、第1および第2の素体と、第1～第4のコイルアンテナとを備える。第1および第2の素体の各々は、互いに対向する第1および第2の主面ならびに第1および第2の主面に接続する1または複数の側面を有する。第1および第2の素体の各々の第2の主面が共通の基板に取付けられる。第1のコイルアンテナは、第1の素体の内部および表面上の少なくとも一方に形成されたコイル導体によって構成され、第1の素体の1または複数の側面の少なくとも1つと交差する巻回軸を有する。第2のコイルアンテナは、第1の素体の内部および表面上の少なくとも一方に形成されたコイル導体によって構成され、第1の素体の第1および第2の主面と交差する巻回軸を有する。第3のコイルアンテナは、第2の素体の内部および表面上の少なくとも一方に形成されたコイル導体によって構成され、第2の素体の1または複数の側面の少なくとも1つと交差する巻回軸を有する。第4のコイルアンテナは、第2の素体の内部および表面上の少なくとも一方に形成されたコイル導体によって構成され、第2の素体の第1および第2の主面と交差する巻回軸を有する。基板に垂直な方向から平面視したとき、第2および第4のコイルアンテナは、第1および第3のコイルアンテナを挟んで互いに反対側に配置されている。第1のコイルアンテナの巻回軸の方向は、第3のコイルアンテナの巻回軸の方向と略平行である。第1および第2のコイルアンテナは、第2のコイルアンテナのほうが第1のコイルアンテナよりも第1の素体の第2の主面から離間するように配置されている。第3および第4のコイルアンテナは、第4のコイルアンテナのほうが第3のコイルアンテナよりも第2の素体の第2の主面から離間するように配置されている。

[0028] 好ましくは、アンテナ装置は、上記複数のコイルアンテナの近傍に配置され、複数のコイルアンテナの外形よりも大きな外形を有するコイル型ブースターアンテナをさらに備える。

[0029] この発明はさらに他の局面において、通信端末装置であって、筐体と、筐体内に設けられた給電回路と、筐体内に設けられ、給電回路に接続された上記のアンテナ装置とを備える。

[0030] 好ましくは、素体は、筐体の長手方向の両端部のうち一方の端部寄りの位置に設けられている。第1のコイルアンテナの巻回軸の方向は筐体の長手方向と略平行である。

発明の効果

[0031] この発明によれば、アンテナ装置を構成する第1および第2のコイルアンテナの巻回軸と異なる方向の磁束密度を高めることができる。

図面の簡単な説明

[0032] [図1]この発明の実施の形態1によるアンテナ装置1の構成を模式的に示す外観図である。

[図2]図1のアンテナ装置1の構造を説明するための図である。

[図3]図1のアンテナ装置1を主面41に平行な方向であるZ方向から見た断面図である。

[図4]アンテナ装置1に形成される磁束の様子を模式的に示す図である。

[図5]図1のアンテナ装置1の変形例としてのアンテナ装置1Aの構成を模式的に示す外観図である。

[図6]図5のアンテナ装置1Aを主面41に平行な方向であるZ方向から見た断面図である。

[図7]図5、図6のアンテナ装置1Aの変形例としてのアンテナ装置1Bの構成を模式的に示す外観図である。

[図8]図7のアンテナ装置1Bを主面41に平行な方向であるZ方向から見た断面図である。

[図9]図5のアンテナ装置1Aが搭載された携帯通信端末70の一例を模式的に示す断面図である。

[図10]図5のアンテナ装置1Aが搭載された携帯通信端末の他の例を模式的に示す断面図である。

[図11]図10の携帯通信端末71においてアンテナ装置1Aの具体的な配置を説明するための図である。

[図12]図10の携帯通信端末71においてアンテナ装置1Aの他の具体的な配置例を説明するための図である。

[図13]図1の構造のアンテナ装置をRFIDタグに適用した例を示す外観図である。

[図14]図1のアンテナ装置1の他の変形例としてのアンテナ装置3の構成を模式的に示す断面図である。

[図15]図1のアンテナ装置1のさらに他の変形例としてのアンテナ装置4の構成を模式的に示す断面図である。

[図16]この発明の実施の形態2によるアンテナ装置5の構成を模式的に示す外観図である。

[図17]図16に示すアンテナ装置5を携帯通信端末71に搭載するときのアンテナ装置5の配置について説明するための図である。

[図18]この発明の実施の形態3によるアンテナ装置6の構成を模式的に示す外観図である。

[図19]図18のアンテナ装置6を主面41に平行な方向であるZ方向から見たときの断面図である。

[図20]アンテナ装置6に形成される磁束FLの様子を模式的に示す図である。

[図21]図18のアンテナ装置6の変形例としてのアンテナ装置6Aの構成を模式的に示す外観図である。

[図22]図21のアンテナ装置6Aを主面41に平行な方向であるZ方向から見た断面図である。

[図23]図18のアンテナ装置6の他の変形例としてのアンテナ装置6Bの構成を模式的に示す外観図である。

[図24]図23のアンテナ装置6Bを主面41に平行な方向であるZ方向から見た断面図である。

[図25]図18に示すアンテナ装置6を携帯通信端末71Bに搭載するときのアンテナ装置6の具体的な配置について説明するための図である。

[図26]この発明の実施の形態4によるアンテナ装置7の構成を模式的に示す断面図である。

[図27]この発明の実施の形態5によるアンテナ装置8の構成を模式的に示す断面図である。

[図28]この発明の実施の形態6によるアンテナ装置9の構成を模式的に示す断面図である。

[図29]この発明の実施の形態7によるアンテナ装置100の構成を模式的に示す外観図である。

[図30]図29のアンテナ装置100を主面41に平行な方向であるZ方向から見た断面図である。

[図31]この発明の実施の形態8によるアンテナ装置101の構成を模式的に示す外観図である。

[図32]図31のアンテナ装置101を主面41に平行な方向であるZ方向から見た断面図である。

[図33]この発明の実施の形態9によるアンテナ装置102の構成を模式的に示す外観図である。

[図34]図33のブースターアンテナ130の構成を概略的に示す分解斜視図である。

[図35]図34のブースターアンテナ130の等価回路図である。

[図36]図33のアンテナ装置102の等価回路図である。

[図37]アンテナ装置102の平面図である。

[図38]アンテナ装置102を備えた通信端末装置の断面図である。

[図39]この発明の実施の形態10によるアンテナ装置103の構成を模式的に示す外観図である。

[図40]図39のアンテナ装置103を主面41に平行な方向であるZ方向から見た断面図である。

[図41]この発明の実施の形態11によるアンテナ装置104の構成を模式的に示す外観図である。

[図42]図41のアンテナ装置104を主面41に平行な方向であるZ方向から見た断面図である。

[図43]この発明の実施の形態12によるアンテナ装置105の構成を模式的に示す外観図である。

[図44]図43のアンテナ装置105を基板73に平行な方向であるZ方向から見た断面図である。

[図45]図43のアンテナ装置105に図34に示すブースターアンテナ130を付加した構成を示す図である。

[図46]図45の部分拡大図である。

[図47]この発明の実施の形態13によるアンテナ装置106の構成を示す外観図である。

[図48]図47のアンテナ装置106を基板73に平行な方向であるZ方向から見た断面図である。

発明を実施するための形態

[0033] 以下、この発明の実施の形態について図面を参照して詳しく説明する。なお、同一または相当する部分には同一の参照符号を付して、その説明を繰返さない。

[0034] <実施の形態1>

本実施の形態のアンテナ装置は、移動体通信システム用の内蔵アンテナとして構成されており、たとえばフェリカ（F e l i C a : 登録商標）やNFC（Near Field Communication）などHF帯のリーダライタ側アンテナまたはタグ側アンテナとして利用される。

[0035] 図1は、この発明の実施の形態1によるアンテナ装置1の構成を模式的に示す外観図である。

[0036] 図2は、図1のアンテナ装置1の構造を説明するための図である。

図3は、図1のアンテナ装置1を主面41に平行な方向であるZ方向から

見た断面図である。

[0037] 図1～図3を参照して、アンテナ装置1は、誘電体、または絶縁体の磁性体、またはこれらの両方を含む素体40と、概ねX方向に巻回軸を有する第1のコイルアンテナ10と、概ねY方向に巻回軸を有し、第1のコイルアンテナ10と電氣的に直列に接続された第2のコイルアンテナ20とを備える。

[0038] 以下、図3に示すように、第1のコイルアンテナ10において、コイル導体（巻線導体）16によって取り囲まれる空間を中空部17と称する。巻回軸61は、コイル導体16が巻きつけられる中心軸線を意味する。中空部17のうち巻回軸61方向の両端面を開口面18A、18Bと称する。第2のコイルアンテナ20についても同様に、コイル導体26によって取り囲まれる空間を中空部27と称する（中空部27の厚みは、コイル導体26の厚みに等しい）。巻回軸62は、コイル導体26が巻きつけられる中心軸線である。中空部27のうち巻回軸62方向の両端面を開口面28A、28Bと称する。

[0039] 実施の形態1の場合、素体40は、第1の主面41、第1の主面41に対向する第2の主面42、ならびに第1および第2の主面41、42を接続する4つの側面43からなる直方体の形状を有する。第1および第2の主面41、42は、Y方向に垂直な面、すなわちXZ平面に沿って形成される。アンテナ装置1を通信端末に搭載する場合、第2の主面42は、通信端末内に設けられたプリント配線板への取付け面となる。

[0040] 図1～図3の場合、コイルアンテナ10のコイル導体16は素体40の表面および内部に形成され、コイルアンテナ20のコイル導体26は素体40の表面に形成される。そして、第1のコイルアンテナ10の巻回軸は、互いに対向する2つの側面43と交差する。第2のコイルアンテナ20の巻回軸は、第1および第2の主面41、42と交差する。

[0041] 図1～図3の場合と異なり、コイルアンテナ10、20の両方のコイル導体16、26を素体40の内部に形成してよい。より一般的に言えば、第1

のコイルアンテナ 10 のコイル導体 16 は、素体 40 の内部に、または素体 40 の内部から第 1 および第 2 の主面 41, 42 の少なくとも一方にかけて、または素体 40 の表面上に形成される。第 2 のコイルアンテナ 20 のコイル導体 26 は、素体 40 の内部に、または第 1 の主面 41 上に、または素体 40 の内部から第 1 の主面 41 にかけて形成される。

[0042] ただし、素体 40 に磁性体部分が含まれる場合には、コイルアンテナ 10 の少なくとも一部およびコイルアンテナ 20 の少なくとも一部は磁性体部分の表面または外部に形成する必要がある。素体 40 を全て磁性体によって形成する場合には、コイルアンテナ 10 の一部とコイルアンテナ 20 の少なくとも一部とを、素体 40 の表面上に形成する必要がある。コイルアンテナ 10, 20 を磁性体の内部に形成すると、磁性体の内部で閉じた磁気回路が形成されるために素体の外部に磁界が生じなくなるからである。

[0043] なお、素体 40 の形状は直方体に限らず、互いに対向する（平行とは限らない）主面 41, 42 と、主面 41, 42 間を接続する 1 または複数の側面 43 とを有するものであればどのような形状でもよい。たとえば、素体 40 の形状は、円柱などの柱体であってもよい。この場合、柱体の上下の底面が主面 41, 42 に相当する。円柱の側面 43 は 1 つの曲面によって構成される。主面 41, 42 は同一形状でなくてもよいし、側面 43 は主面 41, 42 と直交していなくてもよい。

[0044] 上記のように、より一般的な形状の素体の場合において、第 1 および第 2 のコイルアンテナのコイル導体は、素体の内部または表面上の少なくとも一方に形成される。そして、第 1 のコイルアンテナの巻回軸は素体を構成する 1 または複数の側面のうち少なくとも 1 つと交差し、第 2 のコイルアンテナの巻回軸は素体を構成する第 1 および第 2 の主面と交差する。

[0045] 図 2 に示すように、素体 40 は、絶縁体材料からなる複数の基材層が Y 方向に積層された構造を有する。各基材層は、たとえば熱可塑性樹脂やガラスセラミック等の誘電体、または、フェライト粉末入り樹脂のような磁性体によって形成される。具体的に図 2 の場合には、素体 40 は、第 1 ～第 3 の基

材層 5 0, 5 1, 5 2 からなる積層体である。

[0046] 第 1 および第 2 のコイルアンテナ 1 0, 2 0 は、銀および銅などの導体線によって形成される。

[0047] 第 1 のコイルアンテナ 1 0 のコイル導体 1 6 は、第 1 の基材層 5 0 の表面に形成された複数の導体線 1 2 と、第 3 の基材層 5 2 の表面に形成された複数の導体線 1 5 と、第 1 の基材層 5 0 を貫通する複数の導体線 1 3 と、第 2 の基材層 5 1 を貫通する複数の導体線 1 4 とを含む。第 1 および第 2 の基材層 5 0, 5 1 を貫通する導体線 1 3, 1 4 によって、第 1 の基材層 5 0 の表面に形成された導体線 1 2 と、第 3 の基材層 5 2 の表面に形成された導体線 1 5 とが連結される。

[0048] 第 2 のコイルアンテナ 2 0 は、導体線を複数ターンのコイル状に巻回した平面コイルである。第 2 のコイルアンテナ 2 0 は、第 1 の基材層 5 0 上、すなわち、図 1 の素体 4 0 の第 1 の主面 4 1 上に設けられている。

[0049] 第 1 のコイルアンテナ 1 0 を構成するコイル導体 1 6 の一方端には第 1 の給電端子 1 1 が接続されており、他方端は第 2 のコイルアンテナ 2 0 を構成するコイル導体 2 6 の一方端に接続されている。コイル導体 2 6 の他方端は第 2 の給電端子 2 1 に接続されている。すなわち、第 1 のコイルアンテナ 1 0 と第 2 のコイルアンテナ 2 0 は、第 1 の給電端子 1 1 と第 2 の給電端子 2 1 との間に直列に接続されている。

[0050] 図 1、図 2 では、第 1 および第 2 の給電端子 1 1, 2 1 は、素体 4 0 の第 1 の主面 4 1 上に形成されているが、必ずしも第 1 の主面 4 1 に形成する必要はない。給電端子 1 1, 2 1 は、素体 4 0 の第 2 の主面 4 2 に設けられていてもよいし、側面 4 3 に設けられていてもよい。給電端子 1 1, 2 1 が素体 4 0 の第 2 の主面 4 2 に設けられている例については、図 5、図 6 を参照して後述する。

[0051] 図 4 は、アンテナ装置 1 に形成される磁束の様子を模式的に示す図である。図 4 では、磁束 F L が破線で示され、等磁位面 M P が二点鎖線で示される。以下、図 3、図 4 を参照して、第 1 および第 2 のコイルアンテナ 1 0, 2

0の配置および巻回方向についてさらに詳しく説明する。

- [0052] 第1および第2のコイルアンテナ10、20は、第2のコイルアンテナ20のほうが第1のコイルアンテナ10よりも第2の主面42から離間するように配置される。すなわち、第2のコイルアンテナ20のコイル導体上の任意の点から第2の主面までの距離の最小値は、第1のコイルアンテナ10のコイル導体上の任意の点から第2の主面までの距離の最小値よりも大きい。
- [0053] さらに、第1および第2のコイルアンテナ10、20は、以下のような条件を満たすように配置されることが望ましい。
- [0054] 第1に、第1のコイルアンテナ10の巻回軸61は、少なくとも1つの側面43と交差するが、第2の主面42と交差しない。図3の場合には、第1のコイルアンテナ10の巻回軸61は、第2の主面42と略平行に設定され、互いに対向する2つの側面43と交差する。なお、この明細書で略平行とは、平行方向から $\pm 10^\circ$ の範囲内を意味する。これによって、プリント配線板などの母材への貼付け面として用いられる第2の主面42側の磁束密度の漏れを抑制し、素体40の側面43方向の磁束密度を増加させることができる。
- [0055] 第2に、第2のコイルアンテナ20の巻回軸62は、第1の主面41および第2の主面42と交差する。図3の場合には、第2のコイルアンテナ20の巻回軸62は、第1の主面41および第2の主面42と略直交する。なお、この明細書で略直交（略垂直）とは、直交方向（垂直方向）から $\pm 10^\circ$ の範囲内を意味する。これによって、第1の主面41側に導かれる磁束の密度を増大させる。
- [0056] 第3に、第1のコイルアンテナ10の一方の開口面18Aから第2のコイルアンテナ20の一方の開口面28Bを、第1および第2のコイルアンテナのコイル導体16、26によって遮られることなく見通すことができる。言替えると、開口面18A上の任意の点と開口面28B上の任意の点とを結ぶ線分は、コイル導体16、26と交差することはない（コイル導体16、26の内部を貫くことはない）。図3の場合には、開口面18A、28B間を

結ぶ線分はコイル導体 26 と接する場合はあるが、交差することはない。

[0057] さらに、第 2 のコイルアンテナ 20 のコイル導体の外径および内径は、第 1 のコイルアンテナ 10 のコイル導体の外形および内径よりもそれぞれ大きいほうが望ましい。ここで、コイルアンテナの外形とは、コイルアンテナを巻回軸方向に沿って平面視したとき、コイル導体の外周上の任意の 2 点間の距離の最大値を意味するものとする。コイルアンテナの内径とは、コイルアンテナを巻回軸方向に沿って平面視したとき、コイル導体の内周上の任意の 2 点間の距離の最大値を意味するものとする。したがって、平面視したときの外周（内周）の形状が円の場合には、外形（内径）は円の直径である。平面視したときの外周（内周）の形状が長方形または正方形の場合には、外形（内径）は対角線の長さである。コイルアンテナ 10、20 の外形および内径を上記のように設定することによって、第 1 のコイルアンテナ 10 から第 2 のコイルアンテナ 20 の内部に磁束を効率良く導くことができる。

[0058] 第 4 に、第 1 および第 2 のコイルアンテナ 10、20 は、第 1 のコイルアンテナ 10 の開口面 18 A と第 2 のコイルアンテナ 20 の開口面 28 B のうちで一方が磁束の入り口となる場合に他方が磁束の出口となるような方向に巻回されている。すなわち、第 1 および第 2 のコイルアンテナ 10、20 の一方から他方に電流が流れる場合、第 1 のコイルアンテナ 10 の上記一方の開口面 18 A を通って第 1 のコイルアンテナ 10 の外部に出た磁力線 FL が、第 2 のコイルアンテナ 20 の上記一方の開口面 28 B を通って第 2 のコイルアンテナ 20 の内部に入るように、もしくは、第 2 のコイルアンテナ 20 の上記一方の開口面 28 B を通って第 2 のコイルアンテナ 20 の外部に出た磁力線 FL が、第 1 のコイルアンテナ 10 の上記一方の開口面 18 A を通って第 1 のコイルアンテナ 10 の内部に入るように、第 1 および第 2 のコイルアンテナ 10、20 の巻回方向が設定されている。このように、巻回方向が設定されていることによって、第 1 のコイルアンテナ 10 と第 2 のコイルアンテナ 20 とを磁気結合させることができる。ここで、磁気結合とは、図 5、図 6 で説明するように共振を利用した磁界の結合をいう。

[0059] 上記第3および第4の条件によって、第1のコイルアンテナ10の内部を通る磁束の大部分が第2のコイルアンテナ20の内部を通るようになる。

[0060] 上記の第1～第4の条件を満たすように第1および第2のコイルアンテナ10、20の配置および巻回方向を設定することによって、第1および第2の給電端子11、21間を信号電流が流れると、図4に示すように、素体40の側面43から入り第1、第2のコイルアンテナ10、20の内部を通過して第1の主面41に抜ける方向またはその逆方向の磁束FLが効率良く形成される。この磁束FLは、各コイルの巻回軸とは異なる方向にも広がる。具体的に言うと、素体40の側面方向（図中左方向）、すなわち、第1のコイルアンテナ10の巻回軸61方向であって第2のコイルアンテナ20の巻回軸62とは垂直方向に、磁束密度が高い領域が生じる。さらに、素体40の主面41に対して斜め方向（図中右上方向）に、すなわち、第1のコイルアンテナ10の巻回軸61および第2のコイルアンテナ20の巻回軸62とは45度異なる方向に、磁束密度が高い領域が生じる。この結果、これらの磁束密度の高い方向への通信距離をより長くすることができる。

[0061] [アンテナ装置の変形例]

図5は、図1のアンテナ装置1の変形例としてのアンテナ装置1Aの構成を模式的に示す外観図である。図6は、図5のアンテナ装置1Aを主面41に平行な方向であるZ方向から見た断面図である。

[0062] 図5、図6を参照して、アンテナ装置1Aは、第1のコイルアンテナ10Aのコイル導体16が素体40の内部に設けられている点で図1～図3で説明したアンテナ装置1と異なる。図1～図3のアンテナ装置1の場合には、第1のコイルアンテナ10のコイル導体は、素体40の第1の主面41上から素体40の内部にかけて形成されている。

[0063] さらに、アンテナ装置1Aは、給電端子11、21が素体40の第1の主面41上でなく、第2の主面42上に設けられている点で、図1～図3のアンテナ装置1と異なる。図5の給電端子11は、素体40の内部に形成されたビアホールを介して第1のコイルアンテナ10Aのコイル導体16の端部

と接続される。給電端子 21 は、素体 40 の内部に形成されたビアホールを介して第 2 のコイルアンテナ 20 のコイル導体 26 の端部と接続される。給電端子 11, 21 には、給電回路 90 が接続される。

[0064] 第 2 の主面 42 がプリント配線板への取付け面となる場合には、給電端子 11, 21 をプリント配線板上に形成された配線とはんだで接続することができるというメリットがある。なお、第 2 の主面 42 をプリント配線板への取付け面とする場合には、第 1 および第 2 のコイルアンテナ 10A, 20 は、第 2 のコイルアンテナ 20 のほうが第 1 のコイルアンテナ 10A よりも第 2 の主面 42 から離間するように配置されている。

[0065] 図 5、図 6 のアンテナ装置 1A のその他の構成は図 1～図 3 のアンテナ装置 1 の場合と同じであるので、同一または相当する部分には同一の参照符号を付して詳しい説明を繰り返さない。

[0066] 上記のアンテナ装置 1A は、アンテナ装置 1 と同様の作用効果を奏する。すなわち、第 2 のコイルアンテナ 20 から斜め上方の方向（図 6 の +X 方向と +Y 方向の間の方向）への磁束 FL を増大させることができ、この磁束密度の高い方向への通信距離をより長くすることができる。一方、第 2 の主面 42 から漏れる磁束密度を小さくすることができるので、第 2 の主面 42 を、金属物を含む母材への貼付け面として用いることができる。

[0067] 図 7 は、図 5、図 6 のアンテナ装置 1A の変形例としてのアンテナ装置 1B の構成を模式的に示す外観図である。図 8 は、図 7 のアンテナ装置 1B を主面 41 に平行な方向である Z 方向から見た断面図である。

[0068] 図 7、図 8 を参照して、アンテナ装置 1B は以下の点でアンテナ装置 1A と異なる。まず、アンテナ装置 1B の場合には、第 1 のコイルアンテナ 10A を構成するコイル導体 16 の両端に給電端子 11A, 11B がそれぞれ接続され、第 2 のコイルアンテナ 20 を構成するコイル導体 26 の両端に給電端子 21A, 21B がそれぞれ接続される。給電端子 11A, 11B, 21A, 21B は、素体 40 の第 2 の主面 42 上に設けられる。第 1 のコイルアンテナ 10A と第 2 のコイルアンテナ 20 とを直列に接続する配線は素体 4

0に設けられていない。

[0069] さらに、アンテナ装置1Bの場合には、第1および第2のコイルアンテナ10A、20は、給電回路90に対して並列に接続される。給電回路90から第1および第2のコイルアンテナ10A、20に電流が流れる場合、第1および第2のコイルアンテナ10A、20は、互いに対向する開口面18A、28Bのうち一方が磁束の入り口となる場合に他方が磁束の出口となるような方向に巻回されている。

[0070] ここで、第1のコイルアンテナ10Aと第2のコイルアンテナ20とが磁気結合するためには、共振周波数に関して次のような関係が必要である。すなわち、第1のコイルアンテナ10Aを含む第1の共振回路の共振周波数を f_1 とする（たとえば、給電端子11A、11B間に容量が設けられる）。第2のコイルアンテナ20を含む第2の共振回路の共振周波数を f_2 とする（たとえば、給電端子21A、21B間に容量が設けられる）。なお、この明細書では、コイルアンテナを含む共振回路の共振周波数を単にコイルアンテナの共振周波数と記載する場合がある。

[0071] 通信に用いるキャリア周波数（送信信号および／または受信信号の搬送波の周波数）を f_0 とすると、共振周波数 f_1 、 f_2 は、キャリア周波数 f_0 に近接した値であり、かつ、どちらもキャリア周波数 f_0 よりも大きな値に設定する必要がある。これによって、第1のコイルアンテナ10Aの給電端子11A、11B間のインピーダンス、および第2のコイルアンテナ20の給電端子21A、21B間のインピーダンスが誘導性になるので、第1のコイルアンテナ10Aと第2のコイルアンテナ20とを磁気結合させることができる。

[0072] 図7、図8のアンテナ装置1Bのその他の構成および効果は図1～図3で説明したアンテナ装置1の場合と同様であるので、同一または相当する部分には同一の参照符号を付して説明を繰り返さない。

[0073] [携帯通信端末への適用例]

図9は、図5のアンテナ装置1Aが搭載された携帯通信端末70の一例を

模式的に示す断面図である。

[0074] 図9を参照して、携帯通信端末70は、略直方体の形状を有するプラスチック製の筐体72と、筐体72の内部に設けられたプリント配線板73と、アンテナ装置1Aとを含む。アンテナ装置1Aは、たとえば13.56MHzのようなHF帯RFIDシステム用のアンテナである。図9の左右方向が、筐体72の長手方向LDである。筐体の正面72Aは図9の下方に配置され、筐体の裏面72Bは図9の上方に配置され、筐体の先端部72Cは図9の左側に配置され、筐体の基端部72Dは図9の右側に配置されるものとする。

[0075] プリント配線板73は、内部にグランド層74を有する。プリント配線板73の正面側および裏面側には、抵抗素子やコンデンサなどの複数の電子部品75A～75H、集積回路76A～76C、およびバッテリーパック77が搭載される。集積回路76A～76Cのいずれかには、アンテナ装置1Aに送信信号を出力する給電回路が設けられている。

[0076] アンテナ装置1Aは、筐体72の先端部72Cに近接して設けられる。具体的には、図5に示す素体40の第1の主面41と、筐体72の裏面72Bの内側とが、絶縁性接着材を用いて接着される。給電端子11, 21は、素体40の第2の主面42上に形成され、これらの給電端子11, 21とプリント配線板73上の配線とが給電ピン78A, 78Bを介して電氣的に接続される。

[0077] 図10は、図5のアンテナ装置1Aが搭載された携帯通信端末他の例を模式的に示す断面図である。図10に示す携帯通信端末71は、アンテナ装置1Aの配置を除いて図9の場合と同一である。図10の場合には、図5に示す素体40の第2の主面42がプリント配線板73に貼り付けられる。給電端子11, 21は素体40の第2の主面42上に形成され、これらの給電端子11, 21が、半田等の接合部材を介してプリント配線板に搭載された給電回路と接続される。

[0078] なお、図1のアンテナ装置1のように給電端子11, 21を素体40の第

1の主面41上に形成した場合には、ボンディングワイヤを介して給電端子11, 21とプリント配線板に取付けられた給電回路とを接続する。

[0079] 図11は、図10の携帯通信端末71においてアンテナ装置1Aの具体的な配置を説明するための図である。図11の場合には、図5の第1のコイルアンテナ10Aが筐体72の先端部72Cに近接する位置に配置され、第2のコイルアンテナ20が第1のコイルアンテナ10Aを挟んで先端部72Cと反対側に配置される。第1のコイルアンテナ10Aの巻回軸は、筐体72の長手方向LDと略平行である。なお、この明細書で略平行とは、平行方向から $\pm 10^\circ$ の範囲内を意味する。

[0080] アンテナ装置1Aを図11のように配置すれば、端末筐体72の長手方向LDに磁束密度が高い領域を生じさせることができる。この結果、磁束密度が高い長手方向LDに通信距離を大きくすることができる。すなわち、図11の構造の場合、第1のコイルアンテナ10Aがメインアンテナとして機能し、第2のコイルアンテナ20は指向性制御素子として機能する。

[0081] 図12は、図10の携帯通信端末71においてアンテナ装置1Aの他の具体的な配置例を説明するための図である。図12の場合には、図5の第2のコイルアンテナ20が筐体72の先端部72Cに近接する位置に配置され、第1のコイルアンテナ10Aが第2のコイルアンテナ20を挟んで先端部72Cと反対側に配置される。第1のコイルアンテナ10Aの巻回軸は、筐体72の長手方向LDと略平行である。

[0082] アンテナ装置1Aを図12のように配置すれば、端末筐体72の長手方向LDとは45度異なる方向に磁束密度が高い領域を生じさせることができ、この磁束密度が高い領域の方向に通信距離を大きくすることができる。すなわち、図12の構造の場合、第2のコイルアンテナ20がメインアンテナとして機能し、第1のコイルアンテナ10Aが指向性制御素子として機能する。

[0083] なお、図12のように、本実施の形態のアンテナ装置1Aをグランド層74等の金属物の上に搭載する場合、第1のコイルアンテナ10Aと第2のコ

イルアンテナ 20 の下面にグラウンド層 74 が位置しても、グラウンド層 74 の影響をほとんど受けることはない。ただし、好ましくは、第 2 のコイルアンテナ 20 の外縁よりはグラウンド層 74 の外縁が内側（図の右側）となるように配置したほうが、発生する磁束密度をより増大させることができる。

[0084] [RFID タグへの適用例]

図 13 は、図 1 の構造のアンテナ装置を RFID タグに適用した例を示す外観図である。図 13 に示すアンテナ装置 2 の場合には、給電端子 21 は、給電端子 11 に近接して配置され、第 2 のコイルアンテナ 20 の端部と給電端子 21 とを接続する配線 22 が素体 40 の内部に形成される。通信回路等を集積した IC (Integrated Circuit) チップ 81 は、第 1 の主面 41 上に設けられた給電端子 11, 21 と半田接続される。第 2 の主面 42 が母材 80 への貼付け面として用いられる。

[0085] 図 13 のようなアンテナ装置 2 の配置とすれば、素体 40 の側面から第 1 および第 2 のコイルアンテナ 10, 20 の内部を通して第 1 の主面 41 に抜ける方向またはその逆方向の磁束を強めることができる。さらには、第 2 の主面 42 側への磁束の漏れを小さくすることができるので、ガスボンベのような金属物 80 の上にも RFID タグを貼り付けることができる。

[0086] [まとめ]

上記のとおり、本実施の形態のアンテナ装置 1, 1A, 1B, 2 によれば、磁束方向を制御できるため、このアンテナ装置が搭載されるプリント配線板に配線やグラウンド等の金属物があっても、あるいは、周囲にチップコンデンサや IC チップ等の金属部品があっても、これらの金属に磁束がぶつからないようにできる。この結果、これらの金属の影響を受けにくく、十分な通信距離を確保しうるアンテナ装置を実現することができる。

[0087] [アンテナ装置のその他の変形例]

図 14 は、図 1 のアンテナ装置 1 の他の変形例としてのアンテナ装置 3 の構成を模式的に示す断面図である。

[0088] 図 14 に示す場合には、第 2 のコイルアンテナ 20A は、素体 40 の内部

に積層された２層の平面コイル２３，２４を含む。通常、素体４０は第１の主面４１と垂直な方向に積層された複数の絶縁体層によって形成されるので、平面コイル２３，２４は２層の絶縁体層の表面にそれぞれ形成される。平面コイル２３，２４は絶縁体層を貫通するビア導体（図示省略）によって接続される。さらに、図１４の場合、Ｙ方向から平面視したとき、第１のコイルアンテナ１０Ａを構成する導体線と第２のコイルアンテナ２０Ａを構成するコイル導体線とは一部重なっている。

[0089] このようなコイルの配置であっても、第１のコイルアンテナ１０Ａの一方の開口面１８Ａから第２のコイルアンテナ２０Ａの一方の開口面２８Ｂを、第１および第２のコイルアンテナ１０Ａ，２０Ａを構成するコイル導体によって遮られることなく見通すことができる。さらに、第１および第２のコイルアンテナ１０Ａ，２０Ａの一方から他方に電流が流れる場合、第１のコイルアンテナ１０Ａの上記一方の開口面１８Ａを通して第１のコイルアンテナ１０Ａの外部に出た磁力線が、第２のコイルアンテナ２０Ａの上記一方の開口面２８Ｂを通して第２のコイルアンテナ２０Ａの内部に入るように、もしくは、第２のコイルアンテナ２０Ａの上記一方の開口面２８Ｂを通して第２のコイルアンテナ２０Ａの外部に出た磁力線が、第１のコイルアンテナ１０Ａの上記一方の開口面１８Ａを通して第１のコイルアンテナ１０Ａの内部に入るように、第１および第２のコイルアンテナ１０Ａ，２０Ａの巻回方向を設定することができる。この結果、素体４０の側面から第１および第２のコイルアンテナ１０Ａ，２０Ａの内部を通して第１の主面４１に抜ける方向またはその逆方向の磁束密度を大きくすることができる。

[0090] 図１５は、図１のアンテナ装置１のさらに他の変形例としてのアンテナ装置４の構成を模式的に示す断面図である。

[0091] 図１５に示す場合には、第２のコイルアンテナ２０Ｂは、素体４０の内部に積層された３層の平面コイル２３～２５を含む。さらに第２のコイルアンテナ２０Ｂの巻回軸６２は、第１の主面４１に対して所定の傾きをもつ。第１のコイルアンテナ１０Ｂは、その内径が第２のコイルアンテナ２０Ｂに向

かって徐々に大きくなるように構成される。第１のコイルアンテナ１０Ｂの巻回軸は、第２のコイルアンテナ２０Ｂに向かって徐々に上向き（＋Ｙ方向）になるが、第２の主面４２とは交差しない。

[0092] このようなコイルの配置であっても、第１のコイルアンテナ１０Ｂの一方の開口面１８Ａから第２のコイルアンテナ２０Ｂの一方の開口面２８Ｂを、第１および第２のコイルアンテナ１０Ｂ、２０Ｂを構成するコイル導体によって遮られることなく見通すことができる。さらに、第１および第２のコイルアンテナ１０Ｂ、２０Ｂの一方から他方に電流が流れる場合、第１のコイルアンテナ１０Ｂの上記一方の開口面１８Ａを通して第１のコイルアンテナ１０Ｂの外部に出た磁力線が、第２のコイルアンテナ２０Ｂの上記一方の開口面２８Ｂを通して第２のコイルアンテナ２０Ｂの内部に入るように、もしくは、第２のコイルアンテナ２０Ｂの上記一方の開口面２８Ｂを通して第２のコイルアンテナ２０Ｂの外部に出た磁力線が、第１のコイルアンテナ１０Ｂの上記一方の開口面１８Ａを通して第１のコイルアンテナ１０Ｂの内部に入るように、第１および第２のコイルアンテナ１０Ｂ、２０Ｂの巻回方向を設定することができる。この結果、素体４０の側面から第１および第２のコイルアンテナ１０Ｂ、２０Ｂの内部を通して第１の主面４１に抜ける方向またはその逆方向の磁束密度を大きくすることができる。

[0093] ＜実施の形態２＞

図１６は、この発明の実施の形態２によるアンテナ装置５の構成を模式的に示す外観図である。

[0094] 本実施の形態のアンテナ装置５は、図１６に示すように、実施の形態１のアンテナ装置に、さらに、ブーストアンテナとしての導電層８３を付加したものである。導電層８３は、素体４０の第１の主面４１に沿うように第１の主面４１に近接して配置される。導電層８３には、導電層８３を垂直方向に貫通する穴部８４と、穴部８４に達するスリット状の切欠部８５とが形成される。切欠部８５は、穴部８４と導電層８３の外周側の空間を連通しかつ導電層８３を垂直方向に貫通する。第１の主面４１に垂直な方向から平面視し

たとき、導電層 83 の穴部 84 は、第 2 のコイルアンテナ 20 の開口に重なるように形成される。さらに、第 2 のコイルのコイル導体は、切欠部 85 の部分を除いて導電層 83 によって覆われる。

[0095] 上記のような構成とすれば、第 2 のコイルアンテナ 20 と導電層 83 とが電磁結合することによって、導電層 83 の外周に誘電電流が流れる。したがって、第 1 の主面 41 に垂直な方向から平面視したとき、導電層 83 の面積を、第 2 のコイルアンテナ 20 のコイル導体の最外周によって囲まれる面積よりも大きくすれば、アンテナ装置 5 によって形成される磁束密度を高めることができる。

[0096] 好ましくは、第 1 の主面 41 に垂直な方向から平面視したとき、切欠部 85 は、第 2 のコイルアンテナ 20 の導電層 83 に近接する側の開口面を挟んで第 1 のコイルアンテナ 10 と反対側に設けるのがよい。これによって、切欠部 85 が設けられている方向の磁束密度をさらに高めることができる。

[0097] 図 17 は、図 16 に示すアンテナ装置 5 を携帯通信端末 71 に搭載するときのアンテナ装置 5 の配置について説明するための図である。

[0098] 図 17 に示すように、図 16 の第 2 のコイルアンテナ 20 が筐体 72 の先端部 72C に近接する位置に配置され、第 1 のコイルアンテナ 10 が第 2 のコイルアンテナ 20 を挟んで先端部 72C と反対側に配置される。第 1 のコイルアンテナ 10 の巻回軸は、筐体 72 の長手方向 LD と略平行である。

[0099] アンテナ装置 5 を図 17 のように配置すれば、端末筐体 72 の長手方向 LD とは 45 度異なる方向に磁束密度が高い領域を生じさせることができ、この磁束密度が高い領域の方向に通信距離を大きくすることができる。

[0100] <実施の形態 3>

[アンテナ装置 6 の構成]

図 18 は、この発明の実施の形態 3 によるアンテナ装置 6 の構成を模式的に示す外観図である。

[0101] 図 19 は、図 18 のアンテナ装置 6 を主面 41 に平行な方向である Z 方向から見たときの断面図である。

- [0102] 本実施の形態のアンテナ装置6は、図18および図19に示すように、実施の形態1のアンテナ装置1に、さらに、第3のコイルアンテナ30を付加したものである。ただし、図18、図19の場合には、第1および第3のコイルアンテナ10C、30のコイル導体16、36は、素体40の内部から第1および第2の主面41、42の両方にかけて形成される。
- [0103] 図18、図19を参照して、第1のコイルアンテナ10C、第2のコイルアンテナ20、および第3のコイルアンテナ30は、第1の給電端子11と、第2の給電端子31との間にこの順で直列に接続される。図18の場合、給電端子11、31は、素体40の第1の主面41上に形成されている。
- [0104] 第1～第3のコイルアンテナ10C、20、30は、第2のコイルアンテナ20のほうが第1および第3のコイルアンテナ10C、30よりも第2の主面42から離間するように配置される。さらに、第1～第3のコイルアンテナの配置に関して、第2のコイルアンテナ20の一方の開口面28Bからは、第1のコイルアンテナ10Cの一方の開口面18Aおよび第3のコイルアンテナ30の一方の開口面38Bを、第1～第3のコイルアンテナ10C、20、30のコイル導体によって遮られることなく見通すことができる。
- [0105] 好ましくは、素体40の第1の主面41に垂直な方向からアンテナ装置6を平面視したとき、第3のコイルアンテナ30は、第2のコイルアンテナ20を挟んで第1のコイルアンテナ10Cと反対側に配置されるようにする。
- [0106] 好ましくは、第2のコイルアンテナ20のコイル導体の外径および内径を、第1のコイルアンテナ10Cのコイル導体の外形および内径よりもそれぞれ大きくする。さらに、第2のコイルアンテナ20のコイル導体の外径および内径を、第3のコイルアンテナ30のコイル導体の外形および内径よりもそれぞれ大きくする。これによって、第1、第3のコイルアンテナ10C、30から第2のコイルアンテナ20に効率良く磁束を導くことができる。
- [0107] 第3のコイルアンテナ30の巻回軸63は、素体40の対向する2つの側面43と交差するが、第2の主面42と交差しない。図18、図19の場合には、第3のコイルアンテナ30の巻回軸63は、第1および第2の主面4

1, 42と平行である。図19に示すように第1のコイルアンテナ10Cの巻回軸61と第3のコイルアンテナ30の巻回軸63が略平行、理想的には共通であるのが望ましい。

[0108] 第2および第3のコイルアンテナ20, 30は、互いに対向する第2のコイルアンテナ20の開口面28Bと第3のコイルアンテナ30の開口面38Bとのうち、一方が磁束の入り口となる場合に他方が磁束の出口となるような方向に巻回されている。すなわち、第2および第3のコイルアンテナ20, 30の一方から他方に電流が流れる場合、第2のコイルアンテナ20の上記一方の開口面28Bを通して第2のコイルアンテナ20の外部に出た磁力線が、第3のコイルアンテナ30の上記一方の開口面38Bを通して第3のコイルアンテナ30の内部に入るように、もしくは、第3のコイルアンテナ30の上記一方の開口面38Bを通して第3のコイルアンテナ30の外部に出た磁力線が、第2のコイルアンテナ20の上記一方の開口面28Bを通して第2のコイルアンテナ20の内部に入るように、第3のコイルアンテナ30の巻回方向が設定されている。第1および第2のコイルアンテナ10C, 20の巻回方向の設定は、実施の形態1の場合と同じである。巻回方向がこのように設定されていることによって、第1～第3のコイルアンテナ10C, 20, 30を磁気結合させることができる。

[0109] なお、第1～第3のコイルアンテナ10C, 20, 30は電氣的に直列に接続されていればよいので、第1～第3のコイルアンテナ10C, 20, 30の電氣的な接続順序を、図18の場合と異ならせても構わない。たとえば、第1および第2の給電端子11, 31間に第1のコイルアンテナ10C、第3のコイルアンテナ30、第2のコイルアンテナ20の順に直列に接続することもできる。その他の接続方法の変形例として、第1～第3のコイルアンテナ10C, 20, 30を給電回路に対して並列に接続してもよい。

[0110] 図20は、アンテナ装置6に形成される磁束FLの様子を模式的に示す図である。図18、図19で説明した構成よれば、素体40の側面43Aから入り第1および第2のコイルアンテナ10C, 20の内部を通して第1の主

面 4 1 に抜ける磁束 F L 1 と、素体 4 0 の側面 4 3 B から入り第 3 および第 2 のコイルアンテナ 3 0, 2 0 の内部を通り第 1 の主面 4 1 に抜ける磁束 F L 2 が生じる。この結果、第 1 の主面 4 1 と垂直方向に磁束密度の高い領域を生じさせることができ、この垂直方向への通信距離を増大させることができる。一方、第 2 の主面 4 2 から漏れる磁束密度を小さくすることができるので、第 2 の主面 4 2 を、金属物を含む母材への貼付け面として用いることができる。

[0111] [アンテナ装置 6 の変形例]

図 2 1 は、図 1 8 のアンテナ装置 6 の変形例としてのアンテナ装置 6 A の構成を模式的に示す外観図である。図 2 2 は、図 2 1 のアンテナ装置 6 A を主面 4 1 に平行な方向である Z 方向から見た断面図である。

[0112] 図 2 1、図 2 2 を参照して、アンテナ装置 6 A は、第 1 および第 3 のコイルアンテナ 1 0 A, 3 0 A のコイル導体 1 6, 3 6 が素体 4 0 の内部に形成されている点で、図 1 8 ~ 図 2 0 で説明したアンテナ装置 6 と異なる。アンテナ装置 6 では、第 1 および第 3 のコイルアンテナ 1 0 C, 3 0 のコイル導体は素体 4 0 の内部から第 1 および第 2 の主面 4 1, 4 2 にかけて形成されている。

[0113] さらに、アンテナ装置 6 A の場合には、給電端子 1 1, 3 1 が素体 4 0 の第 1 の主面 4 1 上でなく、第 2 の主面 4 2 上に設けられている。給電端子 1 1 は、素体 4 0 の内部に形成されたビアホールを介して第 1 のコイルアンテナ 1 0 A のコイル導体 1 6 の端部と接続される。給電端子 2 1 は、素体 4 0 の内部に形成されたビアホールを介して第 3 のコイルアンテナ 3 0 A のコイル導体 3 6 の端部と接続される。給電端子 1 1, 3 1 には、給電回路 9 0 が接続される。

[0114] 第 2 の主面 4 2 がプリント配線板への取付け面となる場合には、給電端子 1 1, 3 1 をプリント配線板上に形成された配線とはんだで接続することができるというメリットがある。図 2 1、図 2 2 のアンテナ装置 6 A のその他の構成は図 1 8、図 1 9 のアンテナ装置 6 の場合と同じであるので、同一ま

たは相当する部分には同一の参照符号を付して詳しい説明を繰り返さない。

[0115] アンテナ装置 6 A は、アンテナ装置 6 と同様の作用効果を奏する。すなわち、第 2 のコイルアンテナ 20 を通って主面 41 に垂直方向（+Y 方向）への磁束 FL を増大させることができ、この磁束密度の高い方向への通信距離をより長くすることができる。一方、第 2 の主面 42 から漏れる磁束密度を小さくすることができるので、第 2 の主面 42 を、金属物を含む母材への貼付け面として用いることができる。

[0116] 図 23 は、図 18 のアンテナ装置 6 の他の変形例としてのアンテナ装置 6 B の構成を模式的に示す外観図である。図 24 は、図 23 のアンテナ装置 6 B を主面 41 に平行な方向である Z 方向から見た断面図である。

[0117] 図 23、図 24 を参照して、アンテナ装置 6 B の場合には、第 1 および第 3 のコイルアンテナ 10 D、30 B のコイル導体が素体 40 の表面上（第 1、第 2 の主面 41、42 上および側面 43 上）に形成されている。さらに、アンテナ装置 6 B の場合には、給電端子 11、31 が素体 40 の第 1 の主面 41 上でなく、第 2 の主面 42 上に設けられている。これら点で、アンテナ装置 6 B は、図 18、図 19 で説明したアンテナ装置 6 と異なる。

[0118] 素体 40 を強磁性体材料で構成する場合には、図 23、図 24 のように全てのコイルアンテナ 10 C、20、30 B のコイル導体を素体 40 の表面上に形成するのが好ましい。磁束は強磁性体材料の内部を通るので、コイルアンテナ 10 C、20、30 B をより強く結合することができる。図 23、図 24 のアンテナ装置 6 B のその他の構成および効果は、図 18、図 19 のアンテナ装置 6 の場合と同様であるので、同一または相当する部分には同一の参照符号を付して詳しい説明を繰り返さない。

[0119] [アンテナ装置 6 の携帯通信端末への搭載例]

図 25 は、図 18 に示すアンテナ装置 6 を携帯通信端末 71 B に搭載するときのアンテナ装置 6 の具体的な配置について説明するための図である。

[0120] 図 25 に示すように、図 18 に示す第 1 のコイルアンテナ 10 が筐体 72 の先端部 72 C に近接する位置に配置され、第 3 のコイルアンテナ 30 が第

1 および第2のコイルアンテナ10、20を挟んで先端部72Cと反対側に配置される。第1および第3のコイルアンテナ10、30の巻回軸は、筐体72の長手方向LDと略平行である。

[0121] アンテナ装置6を図25のように配置すれば、端末筐体の長手方向LDとは90度異なる方向に磁束密度が高い領域を生じさせることができる。さらに、素体40の第2の主面42側には磁束が漏れにくいため、プリント配線板73に配線やグラウンド74等の金属物があっても、これらの金属の影響を受けにくく、十分な通信距離を確保しうるアンテナ装置を実現できる。

[0122] <実施の形態4>

図26はこの発明の実施の形態4によるアンテナ装置7の構成を模式的に示す断面図である。図26のアンテナ装置7は、図14に示したアンテナ装置3の変形例である。

[0123] 図26を参照して、素体40Aは、誘電体層45とフェライトなどの磁性体層46とを含む。磁性体層46は誘電体層45と第2の主面42との間に配置される。第1および第2のコイルアンテナ10A、20Aのコイル導体は、誘電体層45の内部に形成される。第1および第2のコイルアンテナ10A、20Aは、第2のコイルアンテナ20Aのほうが第1のコイルアンテナ10Aよりも磁性体層46から離間するように配置される。なお、図2で説明したように、通常、誘電体層45は、誘電体からなる複数の基材層がY方向に積層された構造を有する（無論、誘電体層45を一層の基材層によって形成しても構わない）。磁性体層46も同様に、磁性体からなる複数の基材層をY方向に積層した構造としてもよい（無論、磁性体層46を一層の基材層によって形成しても構わない）。誘電体層45を低透磁率磁性体層とし、磁性体層46を誘電体層45よりも透磁率の高い高透磁率磁性体層としてもよい。

[0124] 図26の構成によれば、磁性体層46は磁気遮蔽層として機能するので、第2の主面42に漏れる磁束をさらに減少させることができる。なお、第1および第2のコイルアンテナのコイル導体は、誘電体層45の内部に限らず

、誘電体層 4 5 の内部および表面上（第 1 のコイルアンテナのコイル導体については、誘電体層 4 5 と磁性体層 4 6 との界面を含む）の少なくとも一方に形成しても構わない。

[0125] <実施の形態 5>

図 2 7 は、この発明の実施の形態 5 によるアンテナ装置 8 の構成を模式的に示す断面図である。図 2 6 のアンテナ装置 8 は、図 1 4 に示したアンテナ装置 3 の変形例である。

[0126] 図 2 7 を参照して、素体 4 0 B は、誘電体層 4 5、磁性体層 4 6、および誘電体層 4 7 がこの順で積層された積層体である。すなわち、誘電体層 4 7 は誘電体層 4 5 と第 2 の主面 4 2 との間に設けられ、磁性体層 4 6 は誘電体層 4 5 と誘電体層 4 7 の間に設けられる。通常、誘電体層 4 5、4 7 の各々は、誘電体からなる複数の基材層が Y 方向に積層された構造を有する（無論、誘電体層 4 5、4 7 の各々を一層の基材層によって形成しても構わない）。磁性体層 4 6 も同様に、磁性体からなる複数の基材層を Y 方向に積層した構造としてもよい（無論、磁性体層 4 6 を一層の基材層によって形成しても構わない）。誘電体層 4 5、4 7 の各々を低透磁率磁性体層とし、磁性体層 4 6 を誘電体層 4 5、4 7 よりも透磁率の高い高透磁率磁性体層としてもよい。

[0127] 第 1 のコイルアンテナ 1 0 A のコイル導体は、磁性体層 4 6 よりも第 1 の主面 4 1 寄りに形成された複数の第 1 の導体部分 1 2 と、磁性体層 4 6 よりも第 2 の主面 4 2 寄りに形成された複数の第 2 の導体部分 1 5 と、磁性体層 4 6 を貫通することによって複数の第 1 の導体部分 1 2 と複数の第 2 の導体部分 1 5 とを接続する複数の第 3 の導体部分（図示省略）とを含む。第 2 のコイルアンテナ 2 0 A のコイル導体は、磁性体層 4 6 よりも第 1 の主面 4 1 寄りに形成される。図 2 7 の構成によれば、磁性体層 4 6 の内部に磁束を集中させることができるので、第 1 および第 2 のコイルアンテナ 1 0 A、2 0 A に導かれる磁束の密度をさらに大きくすることができる。

[0128] 第 1 および第 2 のコイルアンテナの配置は、図 2 7 に示した配置に限られ

ない。より一般的には、次のような配置であればよい。すなわち、第１のコイルアンテナは磁性体層４６の一部を内部に含むように設けられる。第１のコイルアンテナのコイル導体の一部は、誘電体層４５の内部および表面上（誘電体層４５と磁性体層４６との界面を含む）の少なくとも一方に形成される。第２のコイルアンテナのコイル導体は、誘電体層４５の内部および表面上（誘電体層４５と磁性体層４６との界面を含む）の少なくとも一方に形成される。

[0129] 磁性体層４６を、第２の主面４２を含む最外層に配置することもできる。この場合、第１のコイルアンテナのコイル導体は、磁性体層４６よりも第２の主面４２から離間して形成された複数の第１の導体部分と、磁性体層４６の第２の主面４２側の表面上に形成された複数の第２の導体部分と、磁性体層４６を貫通することによって複数の第１の導体部分と複数の第２の導体部分とを接続する複数の第３の導体部分とを含む。第２のコイルアンテナ２０Ａは、磁性体層４６よりも第２の主面４２から離間して形成される。

[0130] <実施の形態６>

図２８は、この発明の実施の形態６によるアンテナ装置９の構成を模式的に示す断面図である。図２８のアンテナ装置９は、図２１、図２２で説明したアンテナ装置６Ａの変形例である。

[0131] 図２８を参照して、素体４０Ｂは、誘電体層４５、磁性体層４６、および誘電体層４７がこの順で積層された積層体である。すなわち、誘電体層４７は誘電体層４５と第２の主面４２との間に設けられ、磁性体層４６は誘電体層４５と誘電体層４７の間に設けられる。通常、誘電体層４５、４７の各々は、誘電体からなる複数の基材層がＹ方向に積層された構造を有する。磁性体層４６も同様に、磁性体からなる複数の基材層をＹ方向に積層した構造としてもよい。誘電体層４５、４７の各々を低透磁率磁性体層とし、磁性体層４６を誘電体層４５、４７よりも透磁率の高い高透磁率磁性体層としてもよい。

[0132] 第１のコイルアンテナ１０Ａのコイル導体は、磁性体層４６よりも第１の

主面 4 1 寄りに形成された複数の第 1 の導体部分 1 2 と、磁性体層 4 6 よりも第 2 の主面 4 2 寄りに形成された複数の第 2 の導体部分 1 5 と、磁性体層 4 6 を貫通することによって複数の第 1 の導体部分 1 2 と複数の第 2 の導体部分 1 5 とを接続する複数の第 3 の導体部分（図示省略）とを含む。図 2 8 の場合には、導体部分 1 2, 1 5 は磁性体層 4 6 の表面に形成される。

[0133] 第 2 のコイルアンテナ 2 0 のコイル導体は、磁性体層 4 6 よりも第 1 の主面 4 1 寄りに形成される。図 2 8 の場合には、第 2 のコイルアンテナ 2 0 は、第 1 の主面 4 1 上に形成される。

[0134] 第 3 のコイルアンテナ 3 0 A のコイル導体は、磁性体層 4 6 よりも第 1 の主面 4 1 寄りに形成された複数の第 1 の導体部分 3 2 と、磁性体層 4 6 よりも第 2 の主面 4 2 寄りに形成された複数の第 2 の導体部分 3 5 と、磁性体層 4 6 を貫通することによって複数の第 1 の導体部分 3 2 と複数の第 2 の導体部分 3 5 とを接続する複数の第 3 の導体部分（図示省略）とを含む。図 2 8 の場合には、導体部分 3 2, 3 5 は磁性体層 4 6 の表面に形成される。

[0135] 第 1 ～第 3 のコイルアンテナ 1 0 A ～3 0 A の配置に関するその他の点や、巻回軸の延在方向およびコイル導体の巻回軸回りの巻回方向については、実施の形態 3 の場合と同様であるので、説明を繰返さない。

[0136] なお、第 1 ～第 3 のコイルアンテナの配置は、図 2 8 に示した配置に限られない。より一般的には、次のような配置であればよい。すなわち、第 1 および第 3 のコイルアンテナの各々は磁性体層 4 6 の一部を内部に含むように設けられる。第 1 および第 3 のコイルアンテナの各々のコイル導体の一部は、誘電体層 4 5 の内部および表面上（誘電体層 4 5 と磁性体層 4 6 との界面を含む）の少なくとも一方に形成される。第 2 のコイルアンテナのコイル導体は、誘電体層 4 5 の内部および表面上（誘電体層 4 5 と磁性体層 4 6 との界面を含む）の少なくとも一方に形成される。

[0137] 図 2 8 の構成によれば、磁性体層 4 6 の内部に磁束を集中させることができるので、第 2 のコイルアンテナ 2 0 に導かれる磁束の磁束密度をさらに大きくすることができるとともに、第 2 の主面 4 2 側への磁束の漏れをさらに

小さくすることができる。

[0138] <実施の形態 7>

図 29 は、この発明の実施の形態 7 によるアンテナ装置 100 の構成を模式的に示す外観図である。図 30 は、図 29 のアンテナ装置 100 を主面 41 に平行な方向である Z 方向から見た断面図である。

[0139] 図 29、図 30 を参照して、アンテナ装置 100 は、図 7、図 8 で説明したアンテナ装置 1B の変形例であり、アンテナ装置 100 への給電方法がアンテナ装置 1B の場合と異なる。アンテナ装置 100 のその他の点はアンテナ装置 1B の場合と同じであるので、同一または相当する部分には同一の参照符号を付して説明を繰り返さない。

[0140] アンテナ装置 100 では、第 1 のコイルアンテナ 10A は非給電素子として用いられ、第 2 のコイルアンテナ 20 は給電素子として用いられる。すなわち、第 2 のコイルアンテナ 20 は給電回路 90 と直接接続される。第 1 のコイルアンテナ 10A は給電回路 90 と直接接続されず、第 2 のコイルアンテナ 20 と磁気結合する（共振を利用して磁氣的に結合する）ことによって磁界エネルギーを受ける。

[0141] 第 1 および第 2 のコイルアンテナ 10A、20 の各々は共振回路を構成する。図 29 に示すように、第 1 のコイルアンテナ 10A は、給電端子 11A、11B 間の容量 C1 と第 1 の共振回路を構成する（この容量 C1 は、コイルアンテナ 10A のコイル導体の寄生容量などを含めたものである）。この第 1 の共振回路の共振周波数を f_1 とする。第 2 のコイルアンテナ 20 は、給電端子 21A、21B 間の容量 C2 と第 2 の共振回路を構成する（この容量 C2 は、コイルアンテナ 20 のコイル導体の寄生容量および給電回路 90 の寄生容量などを含めたものである）。この第 2 の共振回路の共振周波数を f_2 とする。

[0142] 通信に用いられるキャリア周波数（送信信号および／または受信信号の搬送波の周波数）を f_0 とすると、共振周波数 f_1 、 f_2 は、キャリア周波数 f_0 に近接した値であり、かつ、どちらもキャリア周波数 f_0 よりも大きな

値に設定する必要がある。これによって、第1のコイルアンテナ10Aの給電端子11A, 11B間のインピーダンス、および第2のコイルアンテナ20の給電端子21A, 21B間のインピーダンスが誘導性になるので、第1のコイルアンテナ10Aと第2のコイルアンテナ20とを磁気結合させることができる。

[0143] さらに、上記の構成のアンテナ装置100から放射される電磁界強度の周波数特性は、2つのピークを持つ双峰特性を示すので、アンテナの広帯域化が実現できる。その他のアンテナ装置100の構成および効果は、実施の形態1で説明したアンテナ装置1の場合と同様であるので説明を繰り返さない。

[0144] なお、上記のアンテナ装置100とは逆に、第1のコイルアンテナ10Aを給電素子として用い、第2のコイルアンテナ20を非給電素子として用いることもできる。

[0145] <実施の形態8>

図31は、この発明の実施の形態8によるアンテナ装置101の構成を模式的に示す外観図である。図32は、図31のアンテナ装置101を主面41に平行な方向であるZ方向から見た断面図である。

[0146] 図31、図32を参照して、アンテナ装置101は、図23、図24で説明したアンテナ装置6Bの変形例である。アンテナ装置101では、第1のコイルアンテナ10Dを構成するコイル導体16の両端に給電端子11A, 11Bがそれぞれ接続され、第2のコイルアンテナ20を構成するコイル導体26の両端に給電端子21A, 21Bが接続され、第3のコイルアンテナ30Bを構成するコイル導体36の両端にコイルアンテナ31A, 31Bが接続される。給電端子11A, 11B, 21A, 21B, 31A, 31Bは、素体40の第2の主面42上に設けられる。第1～第3のコイルアンテナ10D, 20, 30Bを直列に接続する配線は素体40に設けられていない。

[0147] さらに、アンテナ装置101への給電方法が、アンテナ装置6Bの場合と

異なる。具体的に、アンテナ装置 101 では、第 1 および第 3 のコイルアンテナ 10D, 30B は非給電素子として用いられ、第 2 のコイルアンテナ 20 は給電素子として用いられる。すなわち、第 2 のコイルアンテナ 20 は給電回路 90 と直接接続される。第 1 および第 3 のコイルアンテナ 10D, 30B は給電回路 90 と直接接続されず、第 2 のコイルアンテナ 20 と磁気結合することによって磁界エネルギーを受ける。

[0148] 第 1 ～第 3 のコイルアンテナ 10D, 20, 30B の各々は共振回路を構成する。図 31 に示すように、第 1 のコイルアンテナ 10D は、給電端子 11A, 11B 間の容量 C1 と第 1 の共振回路を構成する。この第 1 の共振回路の共振周波数を f_1 とする。第 2 のコイルアンテナ 20 は、給電端子 21A, 21B 間の容量 C2 と第 2 の共振回路を構成する。この第 2 の共振回路の共振周波数を f_2 とする。第 3 のコイルアンテナ 30 は、給電端子 31A, 31B 間の容量 C3 と第 3 の共振回路を構成する。この第 3 の共振回路の共振周波数を f_3 とする。これらの容量 C1, C2, C3 は、寄生容量を含めたものである。

[0149] ここで、通信に用いるキャリア周波数（送信信号および／または受信信号の搬送波の周波数）を f_0 とすると、共振周波数 f_1 , f_2 , f_3 は、キャリア周波数 f_0 に近接した値であり、かつ、いずれもキャリア周波数 f_0 より大きな値に設定する必要がある。これによって、第 1 のコイルアンテナ 10D の給電端子 11A, 11B 間のインピーダンス、第 2 のコイルアンテナ 20 の給電端子 21A, 21B 間のインピーダンス、および第 3 のコイルアンテナ 30B の給電端子 31A, 31B のインピーダンスが誘導性になるので、第 1 および第 3 のコイルアンテナ 10D, 30B と第 2 のコイルアンテナ 20 とを磁気結合させることができる。

[0150] さらに、上記の構成のアンテナ装置 101 からの放射強度の周波数特性は、3 つのピークを持つ三峰特性を示すようになるので、アンテナの広帯域化が実現できる。その他のアンテナ装置 101 の構成および効果は、実施の形態 3 で説明したアンテナ装置 6 の場合と同様であるので説明を繰り返さない

。

[0151] なお、上記のアンテナ装置 101 とは異なり、第 1、第 3 のコイルアンテナ 10D、30B の一方を給電素子として用い、その他のコイルアンテナを非給電素子とすることもできるが、放射強度の点からは第 2 のコイルアンテナ 20 を給電素子として用いるが望ましい。第 1～第 3 のコイルアンテナ 10D、20、30B のうち、いずれか 2 個のコイルアンテナを給電素子として用い、残りのコイルアンテナを非給電素子として用いることもできる。

[0152] <実施の形態 9>

図 33 は、この発明の実施の形態 9 によるアンテナ装置 102 の構成を模式的に示す外観図である。

[0153] 図 33 を参照して、実施の形態 9 によるアンテナ装置 102 は、これまで説明した実施の形態 1～8 のいずれか 1 つのアンテナ装置の構成に加えて、コイル型ブースターアンテナ（ブースターコイル）130 をさらに含む。ブースターアンテナ 130 は、素体 40 に設けられた複数のコイルアンテナの近傍に配置されることによって、これらのコイルアンテナと磁気結合する。ブースターアンテナ 130 の外形は、素体 40 に形成された各コイルアンテナの外径よりも大きい。

[0154] 以下、実施の形態 1 の図 5、図 6 で説明したアンテナ装置 1A にさらにブースターアンテナ 130 が付加された例を代表として説明する。図 33 に示すように、アンテナ装置 1A は、第 2 の主面 42 がプリント配線板 73 への取付け面となる。素体 40 に形成された複数のコイルアンテナ 10A、20 は、プリント配線板 73 に搭載された給電回路と接続される。アンテナ装置 1A は、ブースターアンテナ 130 を介して相手側のコイルアンテナと通信する。

[0155] 図 34 は、図 33 のブースターアンテナ 130 の構成を概略的に示す分解斜視図である。図 34 を参照して、ブースターアンテナ 130 は、基材シート 133 と、基材シート 133 の第 1 の主面上（+Y 方向側の主面上）に形成された第 1 のコイル導体 131 と、基材シート 133 の第 2 の主面上（-

Y方向側の主面上)に形成された第2のコイル導体132とを含む。コイル導体131, 132の各々は、矩形のスパイラル状にパターン化されている。第1の主面側(+Y方向側)から見たとき、第1のコイル導体131と第2のコイル導体132とはパターンの大部分が重なるように形成されているが、巻回方向は逆方向である。言い換えると、第1のコイル導体131を第1の主面側(+Y方向側)から見たときの巻回方向と、第2のコイル導体132を第2の主面側(-Y方向側)から見たときの巻回方向とは同じである。第1のコイル導体131と第2のコイル導体132とは電磁界結合(容量結合および誘導結合)する。

[0156] 図35は、図34のブースターアンテナ130の等価回路図である。図35を参照して、図34の第1のコイル導体131のインダクタンスをインダクタ L_{131} で表わし、第2のコイル導体132のインダクタンスをインダクタ L_{132} で表わしている。図34の第1および第2のコイル導体131, 132間に生じる容量を、キャパシタ C_{11} , C_{12} によって集中定数素子として表わしている。

[0157] ブースターアンテナ130の2つのコイル導体131, 132は、各コイル導体131, 132に流れる誘導電流が同方向に伝搬するように巻回・配置されるとともに、容量を介して結合されている。したがって、ブースターアンテナ130では、各コイル導体131, 132自身のインダクタンスと、コイル導体131, 132間の容量結合によるキャパシタンスによって第1の共振回路が構成されている。この第1の共振回路の共振周波数は通信に用いるキャリア周波数に実質的に相当している(共振周波数はキャリア周波数よりも若干大きい)ことが好ましい。これにより通信距離を延ばすことができる。

[0158] 図36は、図33のアンテナ装置102の等価回路図である。図36の等価回路図は、図35のブースターアンテナの等価回路に図5のアンテナ装置1Aの等価回路を付加したものである。

[0159] 図36を参照して、図5の第1のコイルアンテナ10Aのインダクタンス

をインダクタ L_{10} で表わし、図5の第1のコイルアンテナ20のインダクタンスをインダクタ L_{20} で表わしている。図36のキャパシタ C_{1C} は、図5の給電端子11, 21間の容量を表わす。この容量には、高周波集積回路(RFIC: Radio Frequency Integrated Circuit)の寄生容量などが含まれる。

[0160] インダクタ L_{10} , L_{20} とキャパシタ C_{1C} とは第2の共振回路を構成する。この第2の共振回路の周波数は通信に用いるキャリア周波数の実質的に相当している(共振周波数はキャリア周波数よりも若干大きい)。さらに、インダクタ L_{20} とインダクタ L_{131} , L_{132} とは磁気結合している。したがって、給電回路90(高周波集積回路)は、ブースターアンテナ130による前述の第1の共振回路とインピーダンス整合状態で結合している。このように、給電回路90はコイルアンテナ10A, 20を介在してブースターアンテナ130と強く磁気結合している。このため、給電回路90とブースターアンテナ130との接続のために、コンタクトピンまたはフレキシブルケーブルなどの機構的な接続手段を必要としない。

[0161] 図37は、アンテナ装置102の平面図である。図38は、アンテナ装置102を備えた通信端末装置の断面図である。

[0162] 図37、図38を参照して、アンテナ装置1A(コイルアンテナ10A, 20)は、表面実装部品として筐体72の内部に設けられたプリント配線板73に搭載されている。プリント配線板73の内部には、グランド層74が設けられている。ブースターアンテナ130は、筐体72の内壁に接着剤140によって貼り付けられている。

[0163] ブースターアンテナ130は、通信の相手側のアンテナの近づく必要があるので、筐体72の長手方向LDの端部に配置される。コイルアンテナ10A, 20は、ブースターアンテナ130に比べると、筐体72の長手方向LDの中央寄りの位置に配置される。具体的に、図38のY方向(ブースターアンテナ130の巻回軸方向)から平面視したとき、コイルアンテナ20は、ブースターアンテナ130のコイル導体131, 132の一部と重なる

ように配置されるのが望ましい。コイルアンテナ 10A は、コイルアンテナ 20 を挟んでブースターアンテナ 130 の反対側に配置されるのが望ましい。

[0164] このような配置にすることによって、コイルアンテナ 20 の内部を通過した磁束の大部分がブースターアンテナ 130 の内部を通過するようになるので、コイルアンテナ 20 とブースターアンテナ 130 とを強く結合することができる。さらにこの配置によれば、図 38 において、ブースターアンテナ 130 の下方領域にプリント配線板 73 を設ける必要がないので、たとえば、バッテリーパック 77 など在这个領域に配置することが可能になる。

[0165] <実施の形態 10>

図 39 は、この発明の実施の形態 10 によるアンテナ装置 103 の構成を模式的に示す外観図である。図 40 は、図 39 のアンテナ装置 103 を主面 41 に平行な方向である Z 方向から見た断面図である。

[0166] 図 39、図 40 を参照して、アンテナ装置 103 は、図 5、図 6 で説明したアンテナ装置 1A を構成する第 1 および第 2 のコイルアンテナ 10A, 20 に、さらに第 3 のコイルアンテナ 120 を付加したものである。

[0167] 第 3 のコイルアンテナ 120 の巻回軸の方向は素体 40 の第 1 および第 2 の主面 41, 42 と交差する。第 1 の主面 41 に垂直な方向から平面視したとき、第 3 のコイルアンテナ 120 は、第 1 のコイルアンテナ 10A を挟んで第 2 のコイルアンテナ 20 と反対側に配置されている。さらに、第 1 ～第 3 のコイルアンテナ 10A, 20, 120 は、第 2 および第 3 のコイルアンテナ 20, 120 のほうが第 1 のコイルアンテナ 10A よりも第 2 の主面 42 から離間するように配置されている。

[0168] より好ましい配置では、第 1 のコイルアンテナ 10A の一方の開口面 18A から第 2 のコイルアンテナ 20 の一方の開口面 28B を、第 1 および第 2 のコイルアンテナ 10A, 20 のコイル導体 16, 26 によって遮られることなく見通すことができる。さらに、第 1 のコイルアンテナ 10A の他方の開口面 18B から第 3 のコイルアンテナ 120 の一方の開口面 128B を、

第1および第3のコイルアンテナ10Aのコイル導体16, 126によって遮られることなく見通すことができる。

[0169] さらに好ましくは、第2のコイルアンテナ20のコイル導体26の外径および内径を、第1のコイルアンテナ10Aのコイル導体16の外径および内径よりもそれぞれ大きくする。第3のコイルアンテナ20のコイル導体126の外径および内径を、第1のコイルアンテナ10Aのコイル導体16の外径および内径よりもそれぞれ大きくする。これによって、第1のコイルアンテナ10Aから第2および第3のコイルアンテナ20, 120に効率良く磁束を導くことができる。

[0170] 図39の例の場合、第3のコイルアンテナ120は、コイル導体が素体40の第1の主面41上に形成された平面アンテナである。ただし、第3のコイルアンテナ120は平面アンテナに限るものでない。より一般的には、第3のコイルアンテナ120のコイル導体は、上記の配置の条件を満たすように素体40の内部および表面上の少なくとも一方に形成される。

[0171] アンテナ装置103は、さらに、素体40の第2の主面42上に形成された給電端子21, 121を含む。第2のコイルアンテナ20、第1のコイルアンテナ10A、および第3のコイルアンテナ120はこの順で給電端子21, 121間に直列に接続されている。給電端子21, 121間には給電回路90が接続されている。

[0172] コイルアンテナ10A, 20, 120の巻回方向については次の条件を満たす必要がある。すなわち、図40に磁束FLで示されるように、第1および第2のコイルアンテナ10A, 20は、互いに対向する第1のコイルアンテナ10Aの開口面18Aと第2のコイルアンテナ20の開口面28Bのうち、一方が磁束の入り口となる場合に他方が磁束の出口となるような方向に巻回されている。第1および第3のコイルアンテナ10A, 120は、互いに対向する第1のコイルアンテナ10Aの開口面18Bと第3のコイルアンテナ120の開口面128Bのうちで一方が磁束の入り口となる場合に他方が磁束の出口となるような方向に巻回されている。巻回方向がこのように設

定されていることによって、第1～第3のコイルアンテナ10A, 20, 120を磁気結合させることができる。

[0173] 上記の構成によれば、第2のコイルアンテナ20から斜め上方（図40の+X方向と+Y方向の間の方向）への磁束密度を増大させることができ、この磁束密度の高い方向への通信距離をより長くすることができる。同様に第3のコイルアンテナ120から斜め上方（図40の-X方向と+Y方向の間の方向）への磁束密度を増大させることができ、この磁束密度の高い方向への通信距離をより長くすることができる。一方、第2の主面42から漏れる磁束密度を小さくすることができるので、第2の主面42を、金属物を含む母材への貼付け面として用いることができる。

[0174] <実施の形態11>

図41は、この発明の実施の形態11によるアンテナ装置104の構成を模式的に示す外観図である。図42は、図41のアンテナ装置104を主面41に平行な方向であるZ方向から見た断面図である。

[0175] 図41、図42を参照して、アンテナ装置104は、図39、図40で説明したアンテナ装置103の変形例である。具体的に、アンテナ装置104は、コイルアンテナ10A, 20, 120が直列接続されていない点でアンテナ装置103と異なる。すなわち、アンテナ装置104の場合、第1のコイルアンテナ10Aを構成するコイル導体16の両端に給電端子11A, 11Bがそれぞれ接続される。給電端子11A, 11Bは、第2の主面42上に設けられている。第2のコイルアンテナ20を構成するコイル導体20の両端に給電端子21A, 21Bがそれぞれ接続される。給電端子21A, 21Bは、第1の主面41上に互いに近接して設けられている。第3のコイルアンテナ120を構成するコイル導体126の両端に給電端子121A, 121Bが設けられる。給電端子121A, 121Bは、第1の主面41上に互いに近接して設けられている。

[0176] さらに、アンテナ装置104への給電方法がアンテナ装置103の場合と異なる。アンテナ装置104では、第2および第3のコイルアンテナ20,

120は非給電素子として用いられ、第1のコイルアンテナ10Aは給電素子として用いられる。すなわち、第1のコイルアンテナ10Aは給電端子11A, 11Bを介して給電回路90と直接接続される。第2、第3のコイルアンテナ20, 120は給電回路90と直接接続されず、第1のコイルアンテナと磁気結合することによって磁界エネルギーを受ける。

[0177] 第1～第3のコイルアンテナ10A, 20, 120の各々は共振回路を構成する。具体的に、第1のコイルアンテナ10Aは、給電端子11A, 11B間の容量C1と第1の共振回路を構成する（この容量C1は、コイルアンテナ10Aのコイル導体の寄生容量および給電回路90の寄生容量を含めたものである）。この第1の共振回路の共振周波数を f_1 とする。第2のコイルアンテナ20のコイル導体26の両端に接続された給電端子21A, 21BにはキャパシタC2が取付けられる。このキャパシタC2とコイルアンテナ20とで第2の共振回路を構成する。この第2の共振回路の共振周波数を f_2 とする。第3のコイルアンテナ120のコイル導体126の両端に接続された給電端子121A, 121BにはキャパシタC3が取付けられる。このキャパシタC3とコイルアンテナ120とで第3の共振回路を構成する。この第3の共振回路の共振周波数を f_3 とする。

[0178] 通信に用いられるキャリア周波数（送信信号および／または受信信号の搬送波の周波数）を f_0 とすると、共振周波数 f_1 , f_2 , f_3 は、キャリア周波数 f_0 に近接した値であり、かつ、いずれもキャリア周波数 f_0 よりも大きな値に設定する必要がある。これによって、第1のコイルアンテナ10Aの給電端子11A, 11B間のインピーダンス、第2のコイルアンテナ20の給電端子21A, 21B間のインピーダンス、第3のコイルアンテナ120の給電端子121A, 121B間のインピーダンスが誘導性になるので、第1～第3のコイルアンテナ10A, 20, 120を互いに磁気結合させることができる。

[0179] さらに、上記の構成のアンテナ装置104からの放射強度の周波数特性は、3つのピークを持つ三峰特性を示すようになるので、アンテナの広帯域化

が実現できる。その他のアンテナ装置 104 の構成および効果は、実施の形態 10 で説明したアンテナ装置 103 の場合と同様であるので説明を繰り返さない。

[0180] なお、上記のアンテナ装置 104 とは異なり、第 2、第 3 のコイルアンテナ 20、120 の一方を給電素子として用い、その他のコイルアンテナを非給電素子とすることもできるが、放射強度の点からは第 2 のコイルアンテナ 20 を給電素子として用いるが望ましい。第 1～第 3 のコイルアンテナ 10A、20、120 のうち、いずれか 2 個のコイルアンテナを給電素子として用い、残りのコイルアンテナを非給電素子として用いることもできる。

[0181] <実施の形態 12>

図 43 は、この発明の実施の形態 12 によるアンテナ装置 105 の構成を模式的に示す外観図である。図 44 は、図 43 のアンテナ装置 105 を基板 73 に平行な方向である Z 方向から見た断面図である。

[0182] 図 43、図 44 を参照して、アンテナ装置 105 は、共通の基板（プリント配線板）73 に取付けられた 2 個のアンテナチップ 105X、105Y を含む。

[0183] アンテナチップ 105X は、素体 40X と、第 1 のコイルアンテナ 10X と、第 2 のコイルアンテナ 20X と、給電端子 11X、21X とを含む。これらの構成は、図 5、図 6 で説明したアンテナ装置 1A と同様であるので説明を繰り返さない。素体 40X の第 2 の主面 42X がプリント配線板 73 への貼り付け面となっている。なお、第 2 の主面 42X をプリント配線板への取付け面とする場合には、コイルアンテナ 10X、20X は、コイルアンテナ 20X のほうがコイルアンテナ 10X よりも第 2 の主面 42X から離間するように配置する。

[0184] アンテナチップ 105Y も同様に、素体 40Y と、第 1 のコイルアンテナ 10Y と、第 2 のコイルアンテナ 20Y と、給電端子 11Y、21Y とを含む。これらの構成は、図 5、図 6 で説明したアンテナ装置 1A と同様である。図 43 の場合、コイルアンテナ 10Y の巻回方向はコイルアンテナ 10X

の巻回方向と同方向であり、コイルアンテナ 20Y の巻回方向はコイルアンテナ 20X の巻回方向と同方向である。素体 40Y の第 2 の主面 42Y がプリント配線板 73 への貼り付け面となっている。なお、第 2 の主面 42Y をプリント配線板への取付け面とする場合には、コイルアンテナ 10Y、20Y は、コイルアンテナ 20Y のほうがコイルアンテナ 10Y よりも第 2 の主面 42Y から離間するように配置する。

[0185] プリント配線板 73 に垂直な方向から平面視したとき、コイルアンテナ 20X、20Y は、コイルアンテナ 10X、10Y を挟んで互いに反対側に配置されている。コイルアンテナ 10X の巻回軸の方向は、コイルアンテナ 10Y の巻回軸の方向と略平行である。

[0186] 給電端子 11X、11Y 間は、プリント配線板 73 に形成された配線によって接続されている。給電端子 21X、21Y は、プリント配線板 73 に搭載された給電回路 90 と接続される。この場合、図 44 に磁束 FL で示す方向に磁束が生じる。すなわち、互いに対向するコイルアンテナ 10X の開口面 18BX とコイルアンテナ 10Y の開口面 18BY とは、一方が磁束の入り口となる場合に他方が磁束の出口となる。互いに対向するコイルアンテナ 10X の開口面 18AX とコイルアンテナ 20X の開口面 28BX とは、一方が磁束の入り口となる場合に他方が磁束の出口となる。互いに対向するコイルアンテナ 10Y の開口面 18AY とコイルアンテナ 20Y の開口面 28BY とは、一方が磁束の入り口となる場合に他方が磁束の出口となる。

[0187] 上記の構成のアンテナ装置 105 によれば、コイルアンテナ 20X から斜め上方（図 44 の +X 方向と +Y 方向の間の方向）への磁束密度を増大させることができ、この磁束密度の高い方向への通信距離をより長くすることができる。同様にコイルアンテナ 20Y から斜め上方（図 44 の -X 方向と +Y 方向の間の方向）への磁束密度を増大させることができ、この磁束密度の高い方向への通信距離をより長くすることができる。一方、素体 40X の第 2 の主面 42X および素体 40Y の第 2 の主面 42Y から漏れる磁束密度を小さくすることができるので、素体 40X の第 2 の主面 42X および素体 4

0 Yの第2の主面4 2 Yを、金属物を含む母材への貼付け面として用いることができる。

[0188] 図4 5は、図4 3のアンテナ装置1 0 5に図3 4に示すブースターアンテナ1 3 0を付加した構成を示す図である。図4 6は、図4 5の部分拡大図である。図4 5、図4 6では、図解を容易にするために、図3 4のブースターアンテナ1 3 0のうち第1のコイル導体1 3 1のみ示している。

[0189] 図4 5、図4 6を参照して、ブースターアンテナを構成するコイル導体1 3 1の開口面は、プリント配線板7 3の斜め上方にプリント配線板7 3と略平行に配置される。プリント配線板7 3に垂直な方向から平面視して、コイル導体1 3 1は、その一部がアンテナチップ1 0 5 Xとアンテナチップ1 0 5 Yの間を通るように配置される。すなわち、アンテナチップ1 0 5 Xはコイル導体1 3 1の内側に配置され、アンテナチップ1 0 5 Yはコイル導体1 3 1の外側に配置される。

[0190] このような配置にすることによって、コイルアンテナ2 0 Xの内部を通過した磁束の大部分がブースターアンテナ1 3 0の内部を通過するようになるので、コイルアンテナ2 0 Xとブースターアンテナ1 3 0とを強く結合することができる。さらにこの配置によれば、ブースターアンテナ1 3 0の下方領域の全体にプリント配線板7 3を設ける必要がないので、たとえば、この領域にバッテリーパックなどを配置することが可能になる。

[0191] さらにアンテナ装置1 0 5は、実施の形態1 0で説明したアンテナ装置1 0 3と類似の構成であるが、アンテナ装置1 0 3に比べてチップのサイズを小さくできるので、製造コストを削減できるというメリットがある。

[0192] <実施の形態1 3>

図4 7は、この発明の実施の形態1 3によるアンテナ装置1 0 6の構成を示す外観図である。図4 8は、図4 7のアンテナ装置1 0 6を基板7 3に平行な方向であるZ方向から見た断面図である。

[0193] 図4 7、図4 8を参照して、アンテナ装置1 0 6は、図4 3～図4 6で説明したアンテナ装置1 0 5の変形例であり、アンテナ装置1 0 6への給電方

法がアンテナ装置 105 の場合と異なる。アンテナ装置 100 のその他の点はアンテナ装置 105 と同じであるので、同一または相当する部分には同一の参照符号を付して説明を繰り返さない。

- [0194] アンテナ装置 106 では、アンテナチップ 106 X（アンテナチップ 105 X に対応する）が非給電素子として用いられ、アンテナチップ 106 Y（アンテナチップ 105 Y に対応する）が給電素子として用いられる。すなわち、アンテナチップ 106 Y の給電端子 11 Y，21 Y 間に給電回路 90 が直接接続される。アンテナチップ 106 X のコイルアンテナ 10 X，20 X は給電回路 90 と直接接続されず、アンテナチップ 106 Y のコイルアンテナ 10 Y，20 Y と磁気結合することによって磁界エネルギーを受ける。
- [0195] 図 47 に示すように、アンテナチップ 106 X のコイルアンテナ 10 X，20 X は、給電端子 11 X，21 X 間の容量 C_X と第 1 の共振回路を構成する（この容量 C_X は、コイルアンテナ 10 X，20 X の寄生容量などを含めたものである）。この第 1 の共振回路の共振周波数を f_1 とする。アンテナチップ 106 Y のコイルアンテナ 10 Y，20 Y は、給電端子 11 Y，21 Y 間の容量 C_Y と第 2 の共振回路を構成する（この容量 C_Y は、コイルアンテナ 10 Y，20 Y の寄生容量および給電回路 90 の寄生容量などを含めたものである）。この第 2 の共振回路の共振周波数を f_2 とする。
- [0196] 通信に用いられるキャリア周波数（送信信号および／または受信信号の搬送波の周波数）を f_0 とすると、共振周波数 f_1 ， f_2 は、キャリア周波数 f_0 に近接した値であり、かつ、どちらもキャリア周波数 f_0 よりも大きな値に設定する必要がある。これによって、アンテナチップ 106 X の給電端子 11 X，21 X 間のインピーダンス、およびアンテナチップ 106 Y の給電端子 11 Y，21 Y 間のインピーダンスが誘導性になるので、アンテナチップ 106 X のコイルアンテナ 10 X，20 X とアンテナチップ 106 Y のコイルアンテナ 10 Y，20 Y とを磁気結合させることができる。
- [0197] さらに、上記の構成のアンテナ装置 106 から放射される電磁界強度の周波数特性は、2 つのピークを持つ双峰特性を示すので、アンテナの広帯域化

が実現できる。その他のアンテナ装置 106 の構成および効果は、実施の形態 12 で説明したアンテナ装置 105 の場合と同様であるので説明を繰り返さない。

[0198] なお、上記のアンテナ装置 106 とは逆に、アンテナチップ 106 X を給電素子として用い、アンテナチップ 106 Y を非給電素子として用いることもできる。

[0199] 今回開示された実施の形態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。たとえば、上記の各実施の形態によるアンテナ装置は、F e l i C a や N F C などの H F 帯の R F I D システムに用いられるアンテナに限定されるものではなく、F M ラジオ用アンテナやキーレスエントリー用モジュールにおけるアンテナなど、様々な周波数帯のアンテナに応用可能である。

[0200] この発明の範囲は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、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

[0201] 1 ~ 9, 100 ~ 106 アンテナ装置、10, 10A ~ 10D, 10X, 10Y 第1のコイルアンテナ、20, 20A, 20B, 20X, 20Y 第2のコイルアンテナ、30, 30A, 30B, 120 第3のコイルアンテナ、11, 21, 31, 121 給電端子、40, 40A, 40B, 40X, 40Y 素体、41 第1の主面、42 第2の主面、43, 43A, 43B 側面、45, 47 誘電体層、46 磁性体層、61, 62, 63 巻回軸、70, 71, 71B 携帯通信端末、72 筐体、72A 正面、72B 裏面、72C 先端部、72D 基端部、73 プリント配線板、74 グランド層、80 母材、83 導電層、84 穴部、85 切欠部、90 給電回路、130 ブースターアンテナ、F L 磁束、L D 長手方向。

請求の範囲

- [請求項1] 互いに対向する第1および第2の主面ならびに前記第1および第2の主面に接続する1または複数の側面を有する素体と、
- 前記素体の内部および表面上の少なくとも一方に形成されたコイル導体によって構成され、前記1または複数の側面の少なくとも1つと交差する巻回軸を有する第1のコイルアンテナと、
- 前記素体の内部および表面上の少なくとも一方に形成されたコイル導体によって構成され、前記第1および第2の主面と交差する巻回軸を有する第2のコイルアンテナとを備えたアンテナ装置。
- [請求項2] 前記第1および第2のコイルアンテナは、前記第1のコイルアンテナの一方の開口面から前記第2のコイルアンテナの一方の開口面を、前記第1および第2のコイルアンテナのコイル導体によって遮られることなく見通せるように配置されている、請求項1に記載のアンテナ装置。
- [請求項3] 前記第1および第2のコイルアンテナは、外部の給電回路に対して直列または並列に接続され、互いに磁気結合し、
- 前記第1および第2のコイルアンテナは、前記第1のコイルアンテナの前記一方の開口面が磁束の入り口となる場合に前記第2のコイルアンテナの前記一方の開口面が磁束の出口となるような方向に、もしくは、前記第1のコイルアンテナの前記一方の開口面が磁束の出口となる場合に前記第2のコイルアンテナの前記一方の開口面が磁束の入り口となるような方向に巻回されている、請求項2に記載のアンテナ装置。
- [請求項4] 前記第1および第2のコイルアンテナのうち一方のコイルアンテナは、給電素子として用いられ、
- 前記第1および第2のコイルアンテナのうち他方のコイルアンテナは、非給電素子として用いられ、前記一方のコイルアンテナと磁気結合している、請求項1または2に記載のアンテナ装置。

[請求項5] 前記素体は、前記第1および第2の主面と交差する方向に積層された複数の絶縁体層を積層してなる積層体であり、

前記第2のコイルアンテナは、前記積層体を構成する複数の絶縁体層のうち少なくとも1つの層の表面上に形成された平面コイルを含む、請求項1～4のいずれか1項に記載のアンテナ装置。

[請求項6] 前記素体は、

1または積層された複数の絶縁体層からなる第1の領域と、

前記第1の領域と前記第2の主面との間に設けられた1または積層された複数の絶縁体層からなる第2の領域と、

前記第1の領域と前記第2の領域との間に設けられ、前記第1および第2の領域の透磁率よりも高い透磁率を有する1または積層された複数の絶縁体層からなる第3の領域とを含み、

前記第1のコイルアンテナは、前記第3の領域の一部を内部に含むように設けられ、

前記第1のコイルアンテナのコイル導体の一部は、前記第1の領域の内部および表面上の少なくとも一方に形成され、

前記第2のコイルアンテナのコイル導体は、前記第1の領域の内部および表面上の少なくとも一方に形成されている、請求項5に記載のアンテナ装置。

[請求項7] 前記素体は、

1または積層された複数の絶縁体層からなる第1の領域と、

前記第1の領域と前記第2の主面との間に設けられ、前記第1の領域の透磁率よりも高い透磁率を有する第2の領域とを含み、

前記第1のコイルアンテナのコイル導体および前記第2のコイルアンテナのコイル導体は、前記第1の領域の内部および表面上の少なくとも一方に形成されている、請求項5に記載のアンテナ装置。

[請求項8] 前記素体は、強磁性体材料によって形成され、

前記第1のコイルアンテナのコイル導体の少なくとも一部および前

記第2のコイルアンテナのコイル導体の少なくとも一部は、前記素体の表面上に形成されている、請求項1～5のいずれか1項に記載のアンテナ装置。

[請求項9] 前記第1および第2のコイルアンテナは、前記第2のコイルアンテナのほうが前記第1のコイルアンテナよりも前記第2の主面から離間するように配置され、

前記アンテナ装置は、前記第1の主面に沿うように前記第1の主面に近接して形成された導電層をさらに備え、

前記導電層には、前記導電層を垂直方向に貫通する穴部と、前記穴部に達する切欠部とが形成され、

前記第1の主面に垂直な方向から平面視したとき、前記導電層の前記穴部は、前記第2のコイルアンテナの前記導電層に近接する側の開口面と重なるように形成され、

前記第1の主面に垂直な方向から平面視したとき、前記第2のコイルアンテナのコイル導体は、前記切欠部を除いて前記導電層によって覆われている、請求項1～8のいずれか1項に記載のアンテナ装置。

[請求項10] 前記第1の主面に垂直な方向から平面視したとき、前記切欠部は、前記第2のコイルアンテナの前記導電層に近接する側の開口面を挟んで前記第1のコイルアンテナと反対側に設けられている、請求項9に記載のアンテナ装置。

[請求項11] 前記第1および第2のコイルアンテナは、前記第2のコイルアンテナのほうが前記第1のコイルアンテナよりも前記第2の主面から離間するように配置され、

前記第2の主面は、少なくとも一部に金属物を含む母材への取付け面として用いられる、請求項1～10のいずれか1項に記載のアンテナ装置。

[請求項12] 前記第2のコイルアンテナのコイル導体の外径および内径は、前記第1のコイルアンテナのコイル導体の外形および内径よりもそれぞれ

大きい、請求項 2 に記載のアンテナ装置。

[請求項13]

前記アンテナ装置は、前記素体の内部および表面上の少なくとも一方に形成されたコイル導体によって構成され、前記 1 または複数の側面の少なくとも 1 つと交差する巻回軸を有する第 3 のコイルアンテナをさらに備え、

前記第 1 の主面に垂直な方向から平面視したとき、前記第 3 のコイルアンテナは前記第 2 のコイルアンテナを挟んで前記第 1 のコイルアンテナと反対側に配置され、

前記第 3 のコイルアンテナの巻回軸の方向は、前記第 1 のコイルアンテナの巻回軸の方向と略平行であり、

前記第 1 ～第 3 のコイルアンテナは、前記第 2 のコイルアンテナのほうが前記第 1 および第 3 のコイルアンテナよりも前記第 2 の主面から離間するように配置されている、請求項 1 または 2 に記載のアンテナ装置。

[請求項14]

前記アンテナ装置は、前記素体の内部および表面上の少なくとも一方に形成されたコイル導体によって構成され、前記第 1 および第 2 の主面と交差する巻回軸を有する第 3 のコイルアンテナをさらに備え、

前記第 1 の主面に垂直な方向から平面視したとき、前記第 3 のコイルアンテナは、前記第 1 のコイルアンテナを挟んで前記第 2 のコイルアンテナと反対側に配置され、

前記第 1 ～第 3 のコイルアンテナは、前記第 2 および第 3 のコイルアンテナのほうが前記第 1 のコイルアンテナよりも前記第 2 の主面から離間するように配置されている、請求項 1 または 2 に記載のアンテナ装置。

[請求項15]

前記第 1 ～第 3 のコイルアンテナは、外部の給電回路に対して直列または並列に接続され、互いに磁気結合している、請求項 1 3 または 1 4 に記載のアンテナ装置。

[請求項16]

前記第 1 ～第 3 のコイルアンテナのうち一部のコイルアンテナは給

電素子として用いられ、

前記第1～第3のコイルアンテナのうち前記一部のコイルアンテナを除く残余のコイルアンテナは無給電素子として用いられ、前記一部のコイルアンテナと磁気結合している、請求項13または14に記載のアンテナ装置。

[請求項17]

各々が互いに対向する第1および第2の主面ならびに前記第1および第2の主面に接続する1または複数の側面を有し、各々の前記第2の主面が共通の基板に取付けられた第1および第2の素体と、

前記第1の素体の内部および表面上の少なくとも一方に形成されたコイル導体によって構成され、前記第1の素体の前記1または複数の側面の少なくとも1つと交差する巻回軸を有する第1のコイルアンテナと、

前記第1の素体の内部および表面上の少なくとも一方に形成されたコイル導体によって構成され、前記第1の素体の前記第1および第2の主面と交差する巻回軸を有する第2のコイルアンテナと、

前記第2の素体の内部および表面上の少なくとも一方に形成されたコイル導体によって構成され、前記第2の素体の前記1または複数の側面の少なくとも1つと交差する巻回軸を有する第3のコイルアンテナと、

前記第2の素体の内部および表面上の少なくとも一方に形成されたコイル導体によって構成され、前記第2の素体の前記第1および第2の主面と交差する巻回軸を有する第4のコイルアンテナとを備え、

前記基板に垂直な方向から平面視したとき、前記第2および第4のコイルアンテナは、前記第1および第3のコイルアンテナを挟んで互いに反対側に配置され、

前記第1のコイルアンテナの巻回軸の方向は、前記第3のコイルアンテナの巻回軸の方向と略平行であり、

前記第1および第2のコイルアンテナは、前記第2のコイルアンテナ

ナのほうが前記第 1 のコイルアンテナよりも前記第 1 の素体の前記第 2 の主面から離間するように配置され、

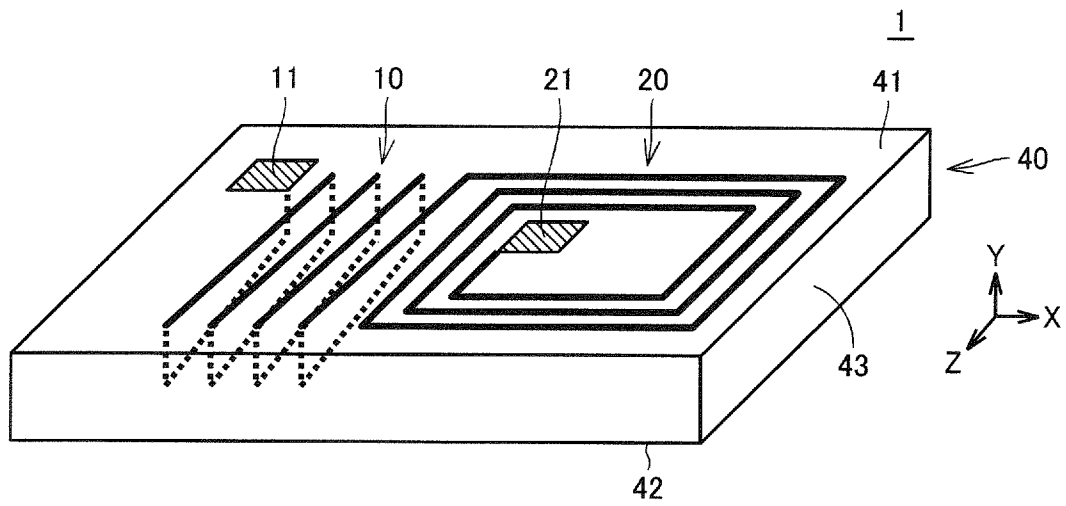
前記第 3 および第 4 のコイルアンテナは、前記第 4 のコイルアンテナのほうが前記第 3 のコイルアンテナよりも前記第 2 の素体の前記第 2 の主面から離間するように配置されている、アンテナ装置。

[請求項18] 前記複数のコイルアンテナの近傍に配置され、前記複数のコイルアンテナの外形よりも大きな外形を有するコイル型ブースターアンテナをさらに備えた請求項 1 ～ 1 7 のいずれか 1 項に記載のアンテナ装置。

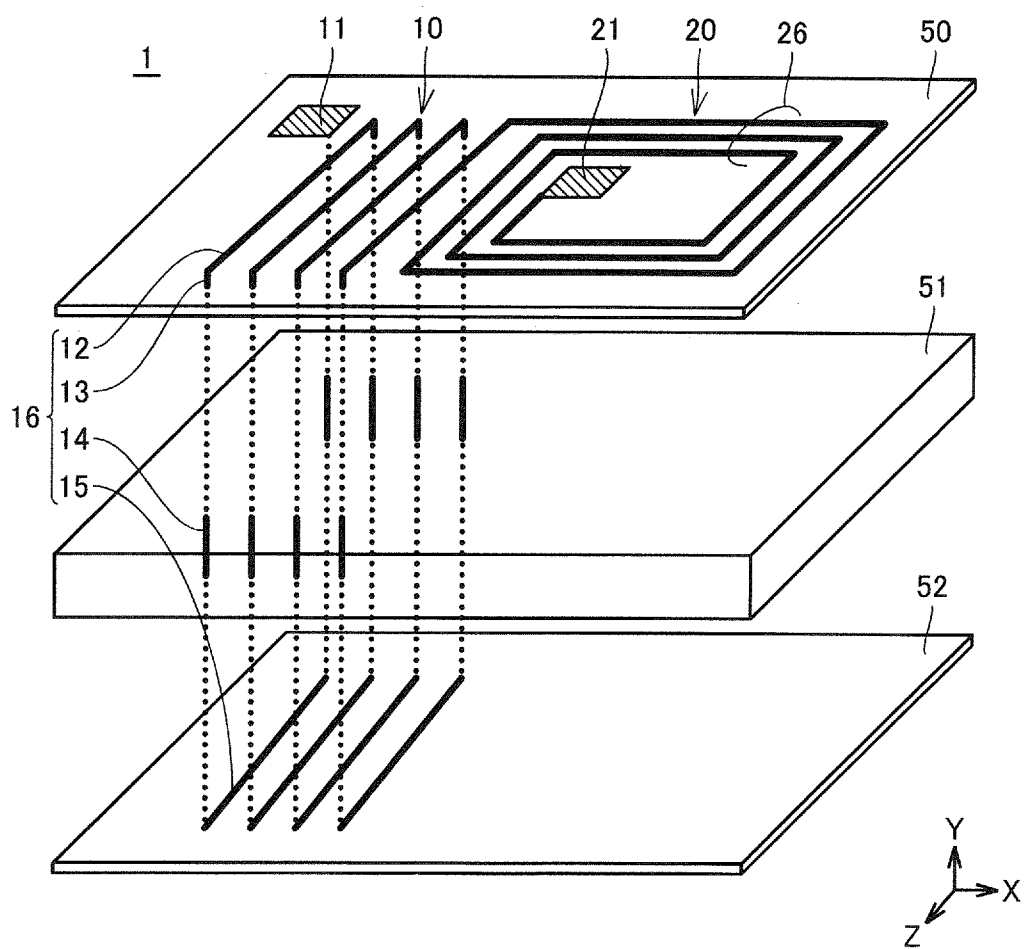
[請求項19] 筐体と、
前記筐体内に設けられた給電回路と、
前記筐体内に設けられ、前記給電回路に接続された請求項 1 ～ 1 8 のいずれか 1 項に記載のアンテナ装置とを備えた通信端末装置。

[請求項20] 前記素体は、前記筐体の長手方向の両端部のうち一方の端部寄りの位置に設けられ、
前記第 1 のコイルアンテナの巻回軸の方向は前記筐体の長手方向と略平行である、請求項 1 9 に記載の通信端末装置。

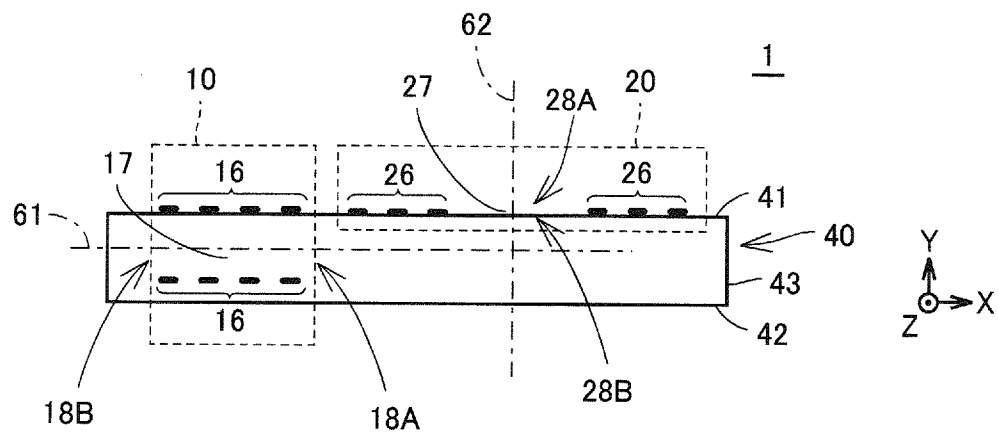
[図1]



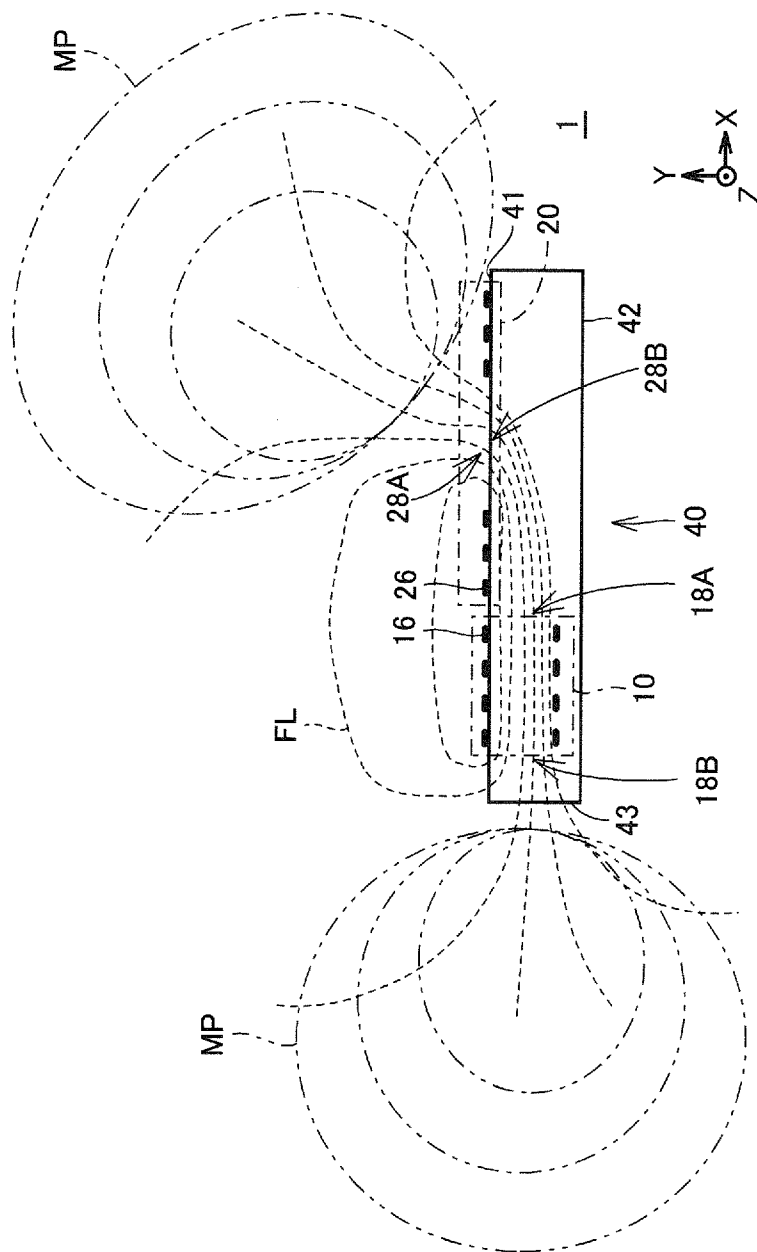
[図2]



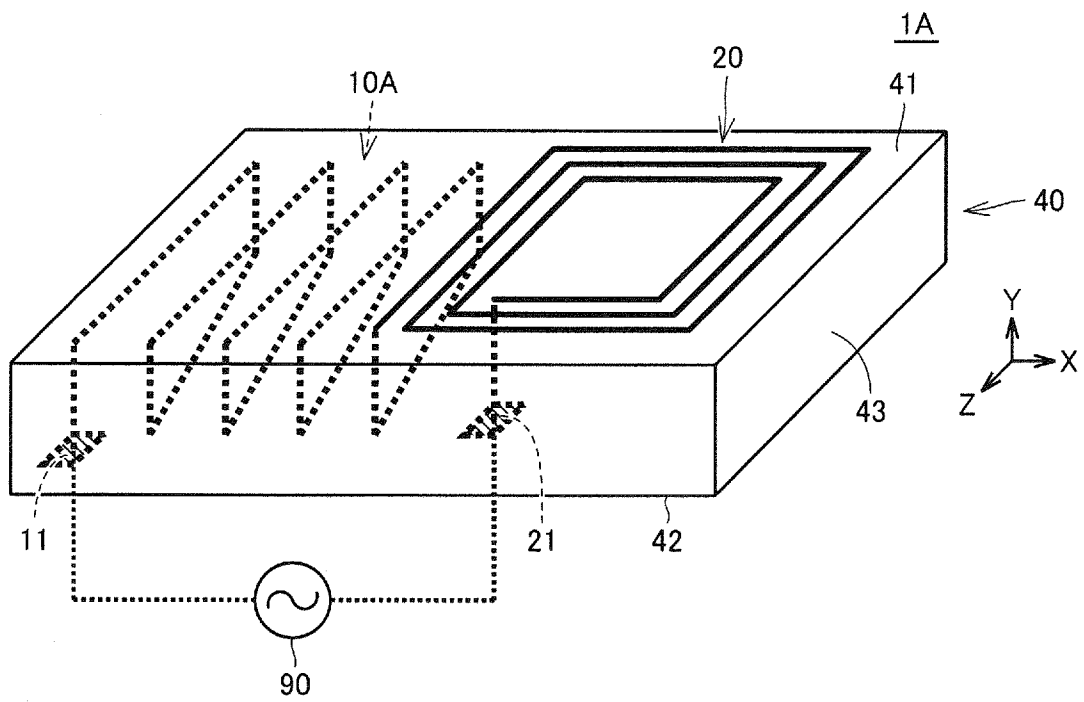
[図3]



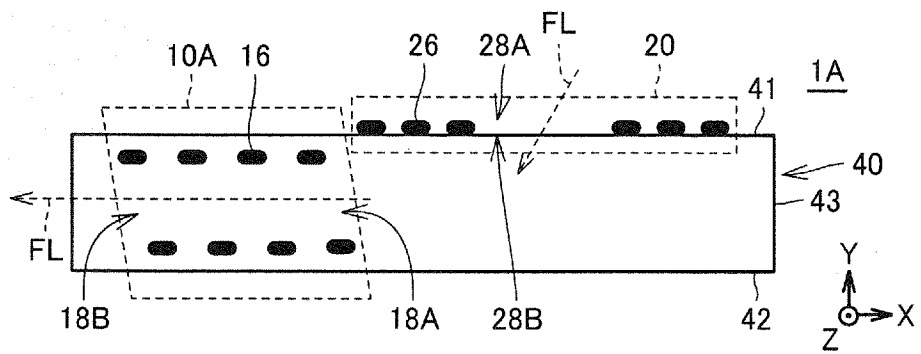
[図4]



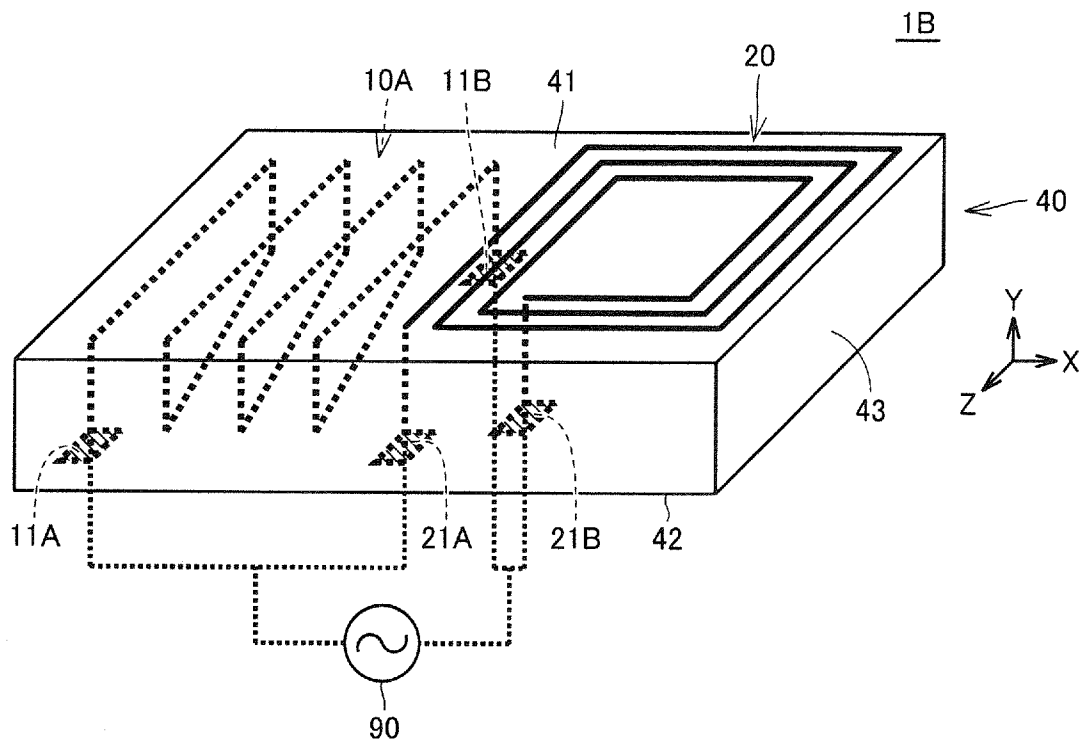
[図5]



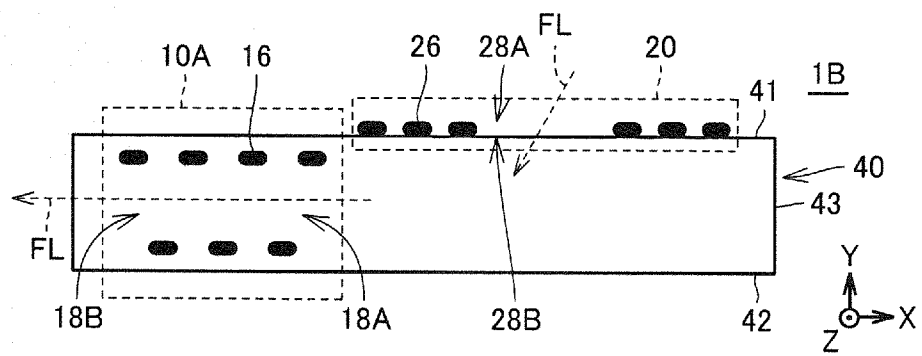
[図6]



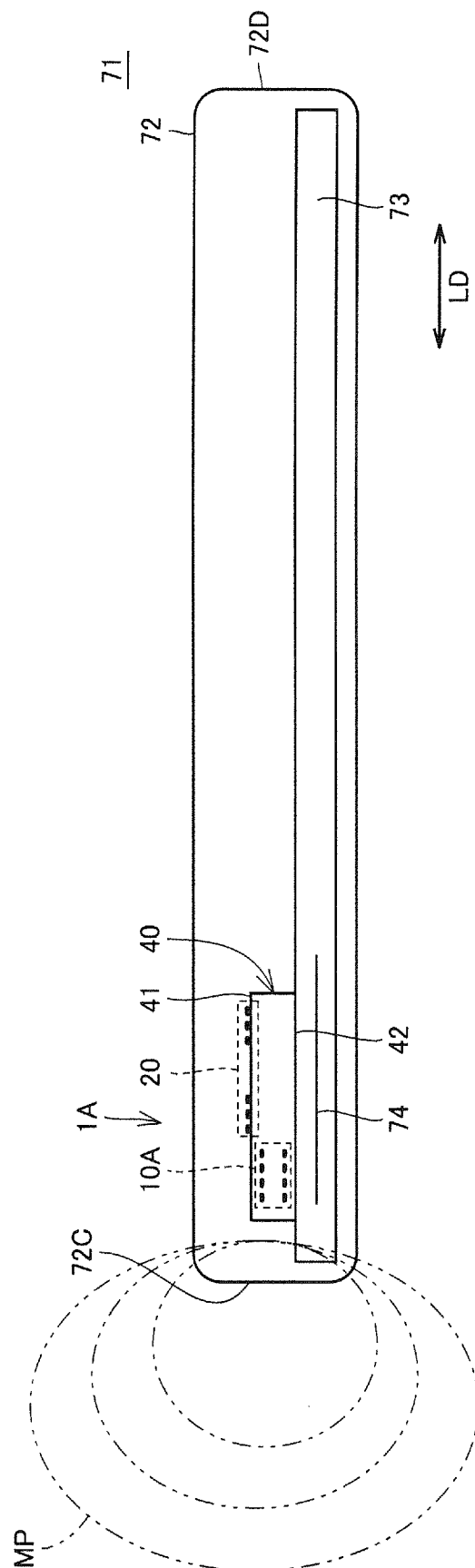
[図7]



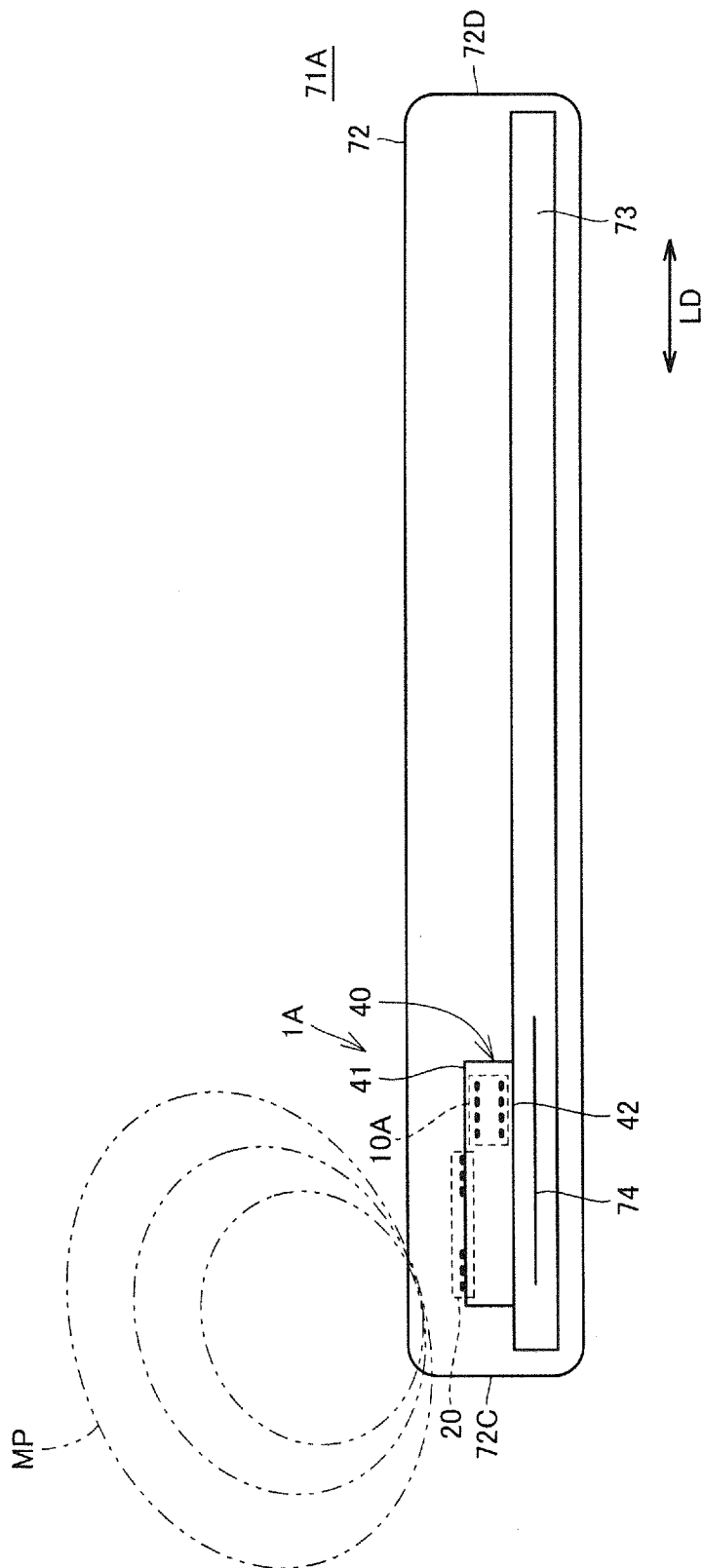
[図8]



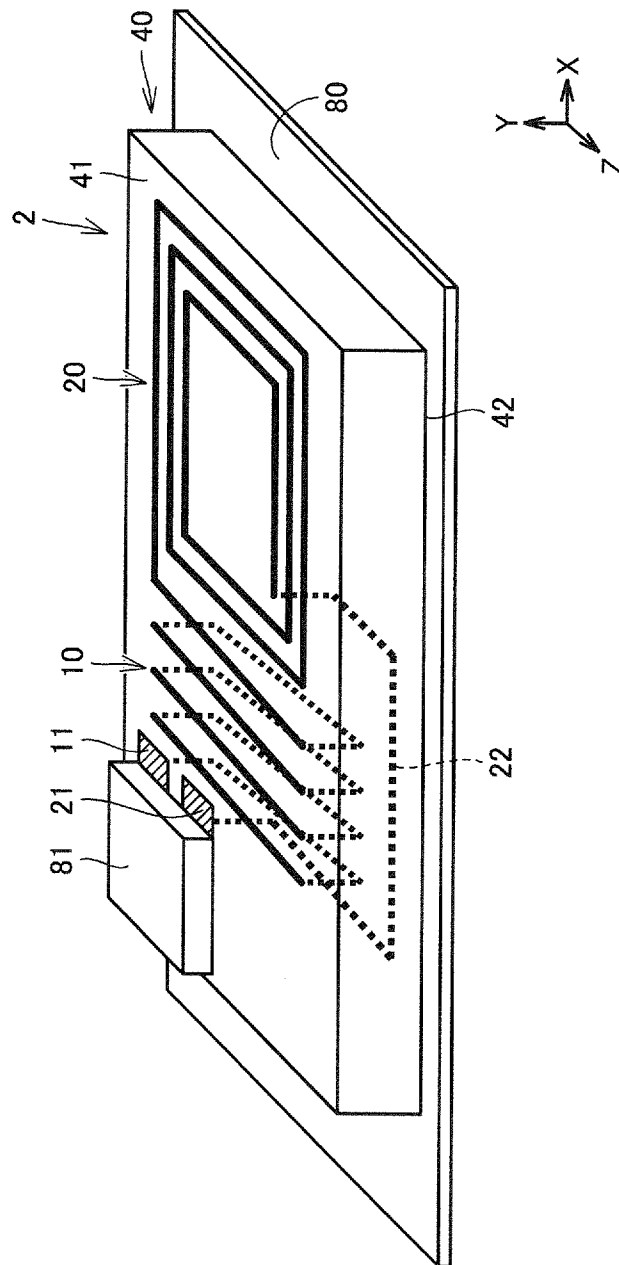
[図11]



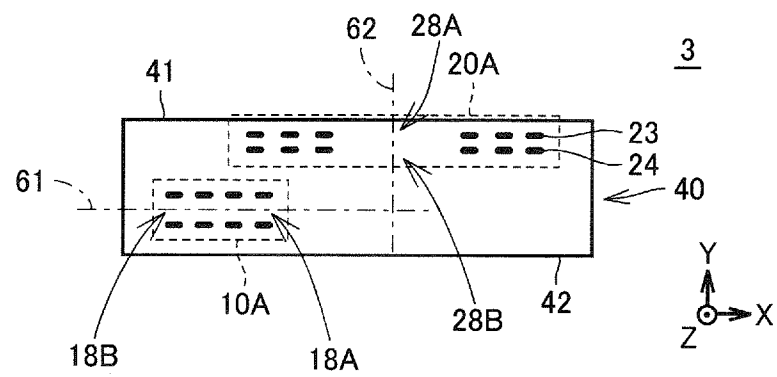
[図12]



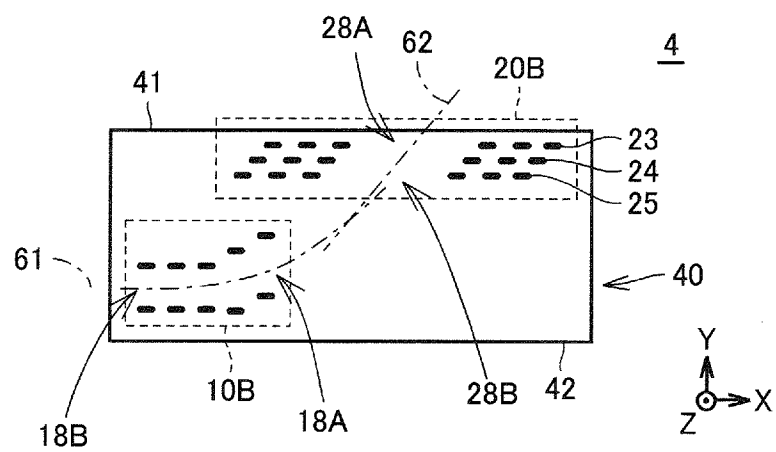
[図13]



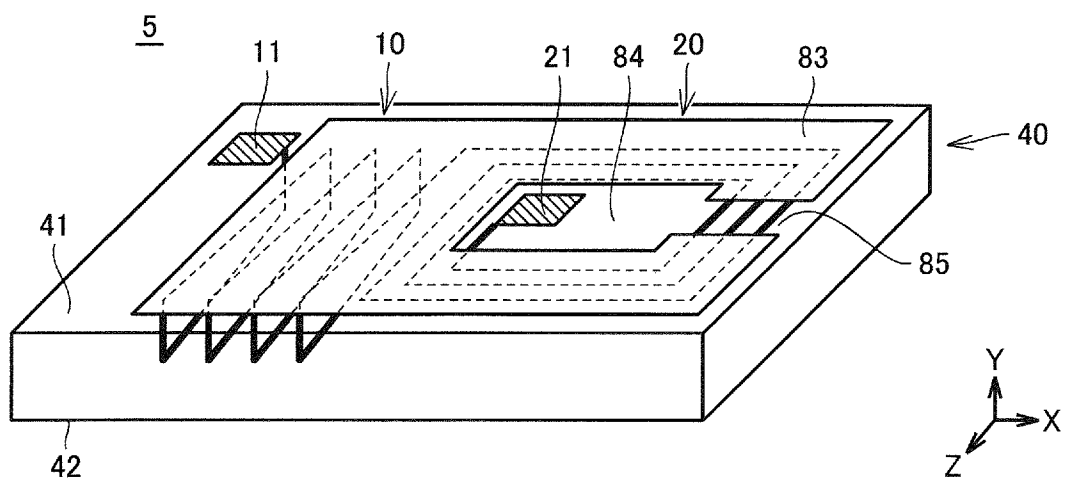
[図14]



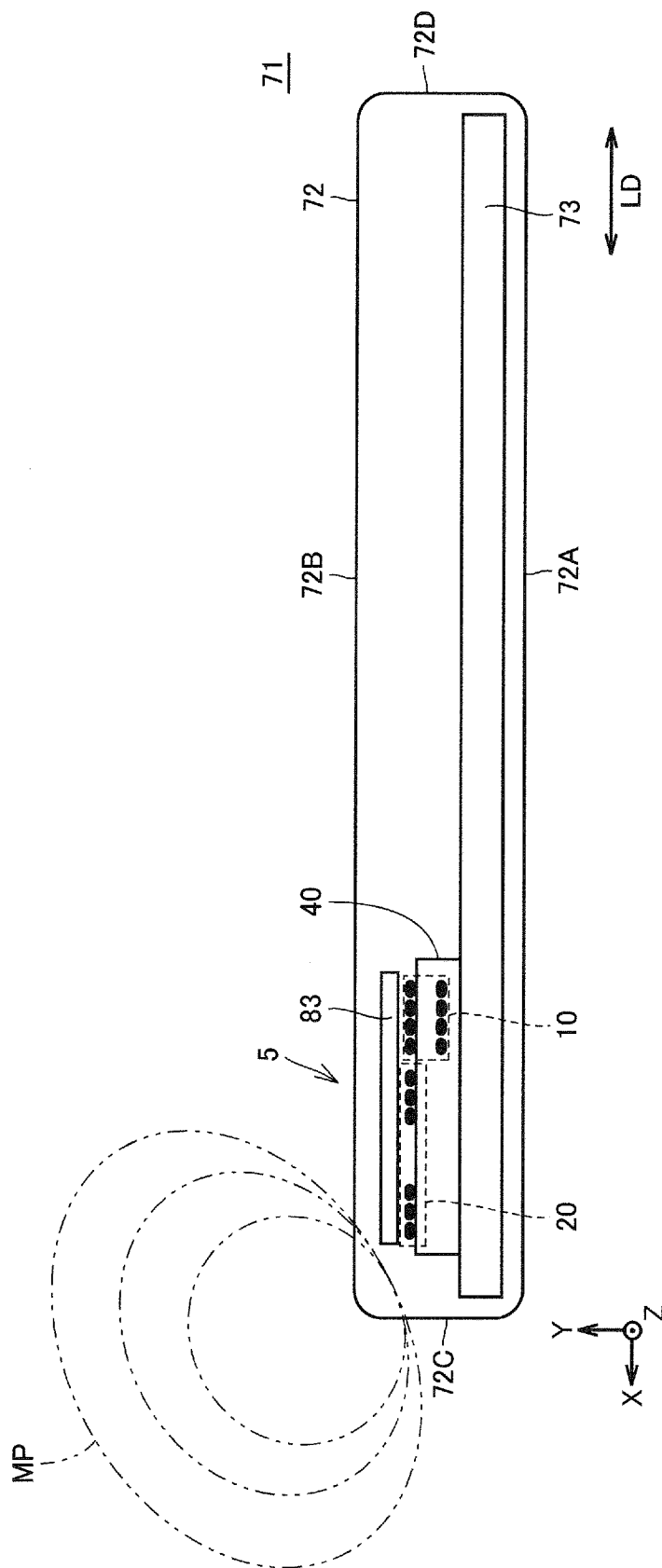
[図15]



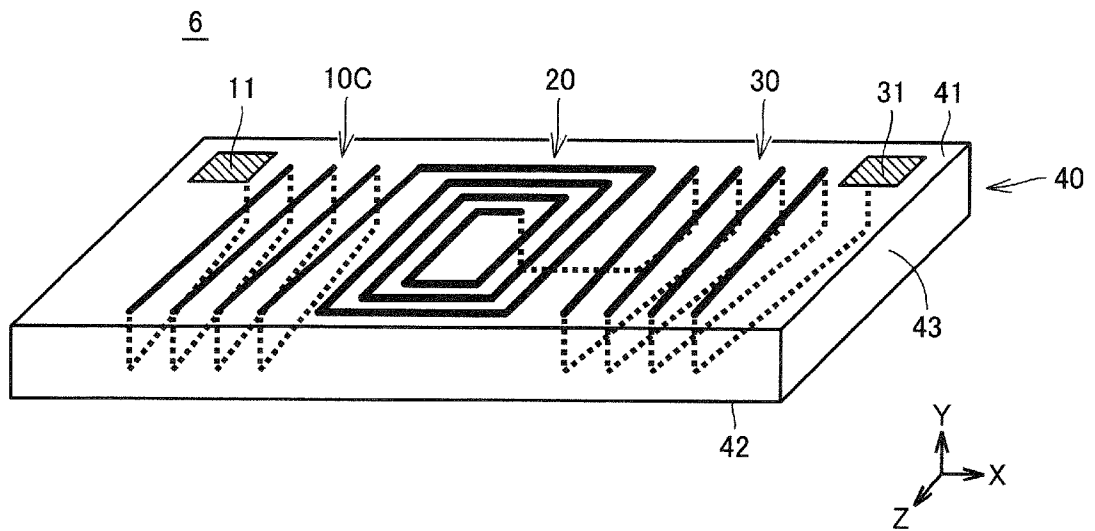
[図16]



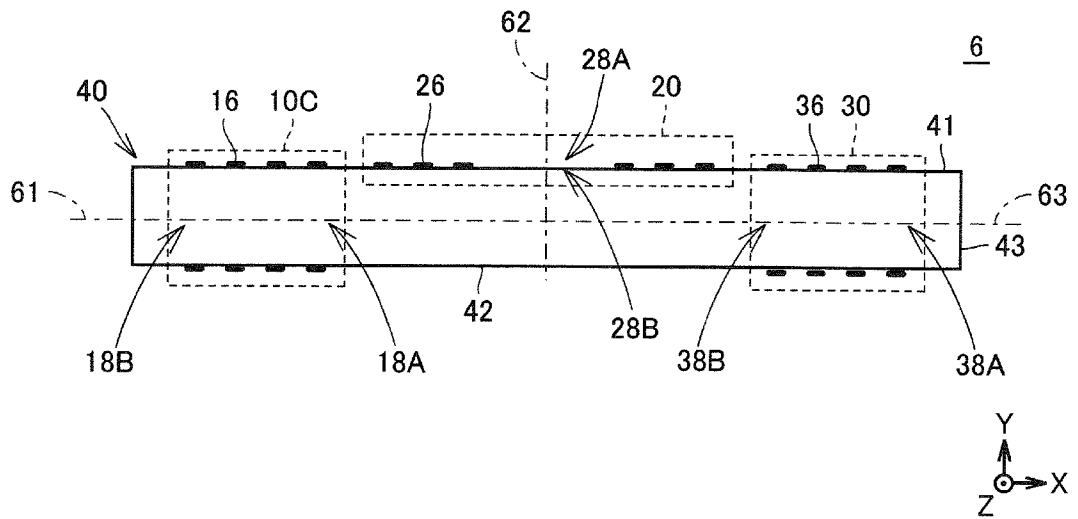
[図17]



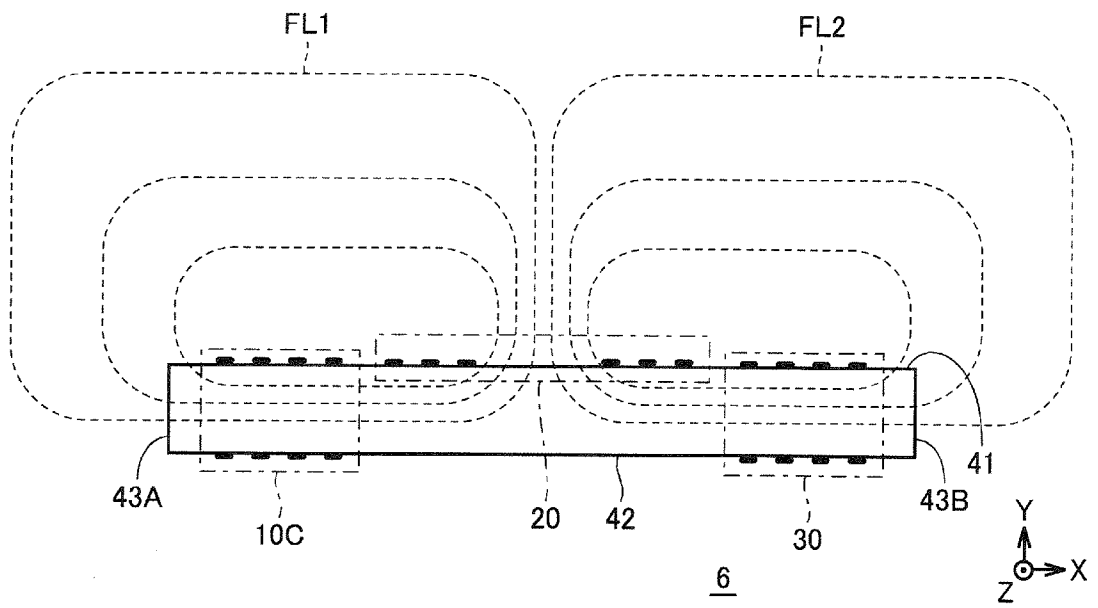
[図18]



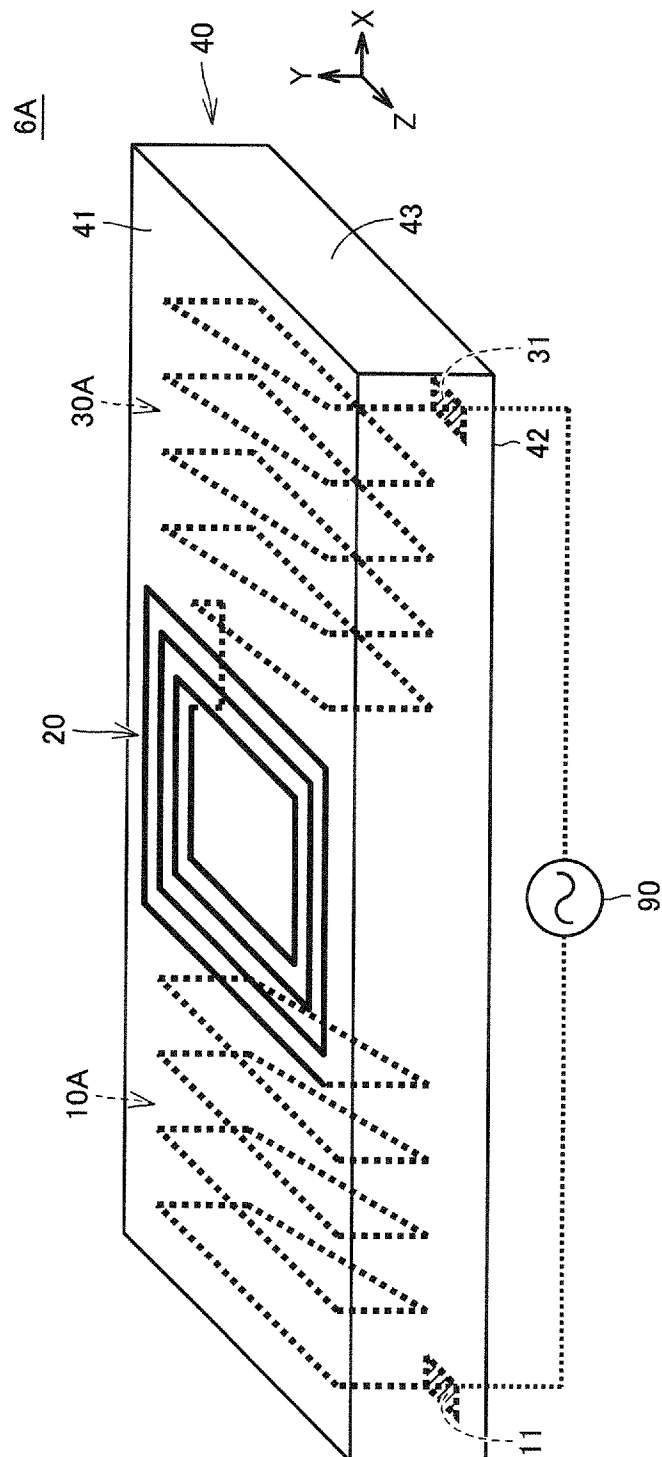
[図19]



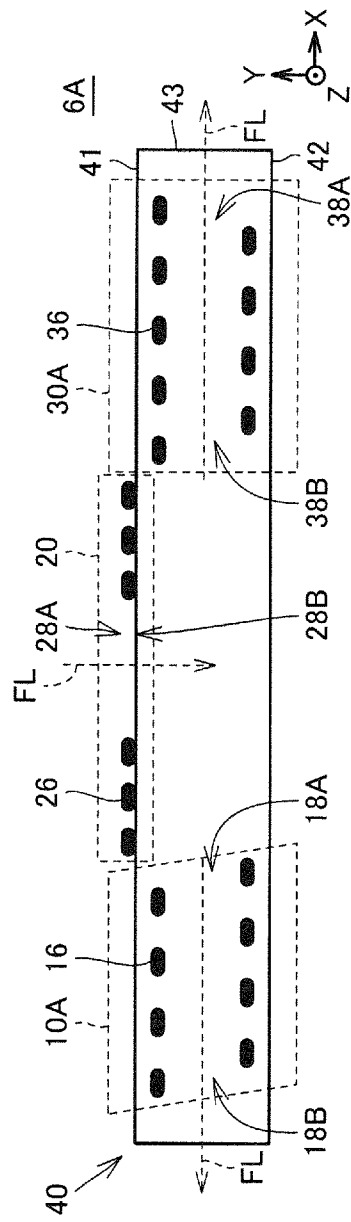
[図20]



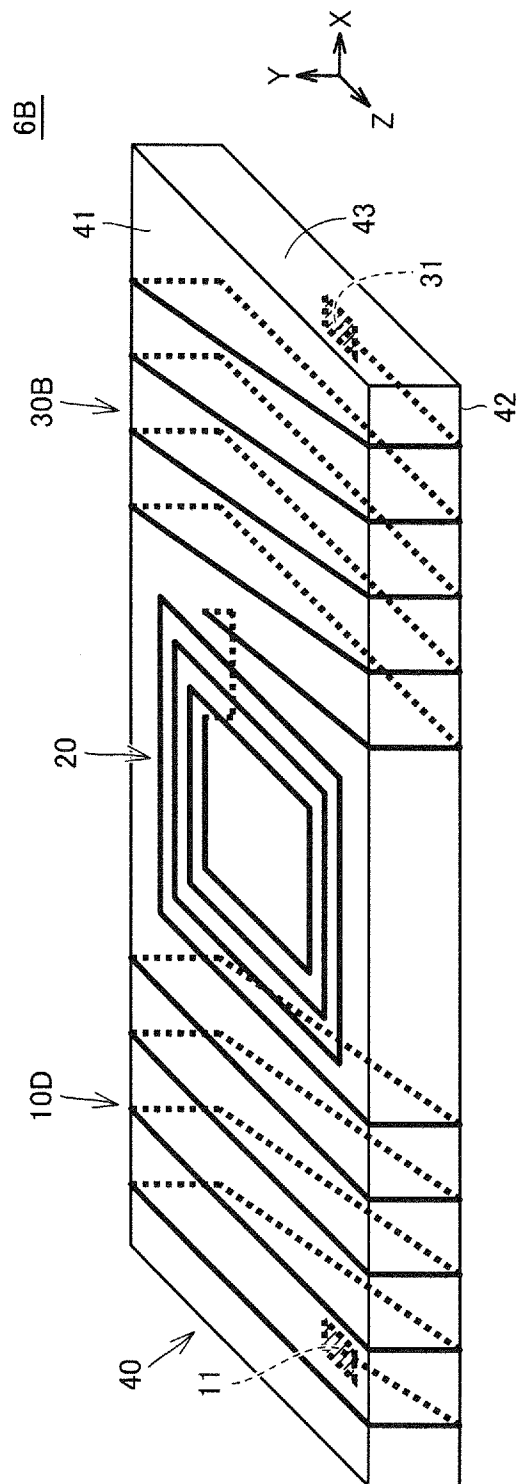
[図21]



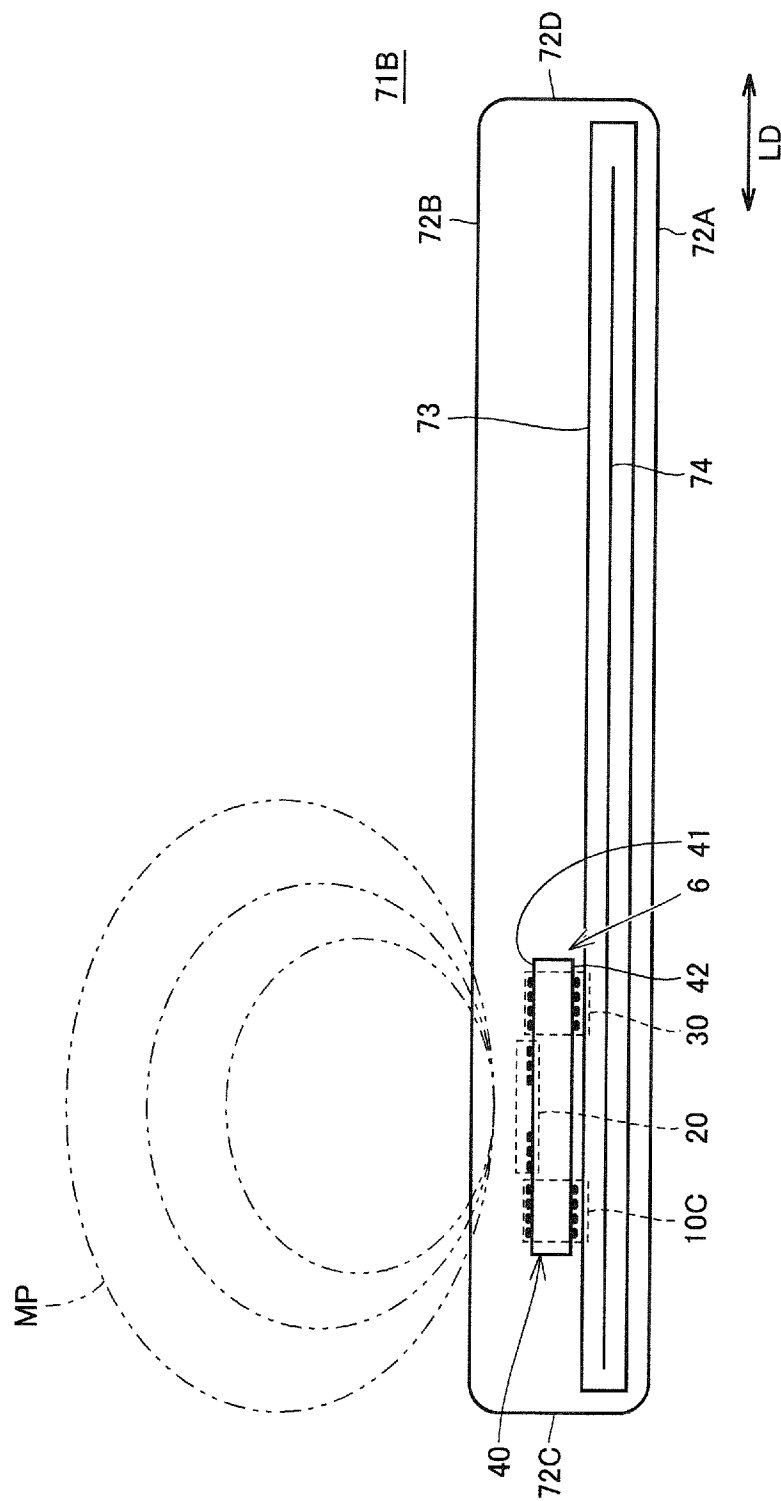
[図22]



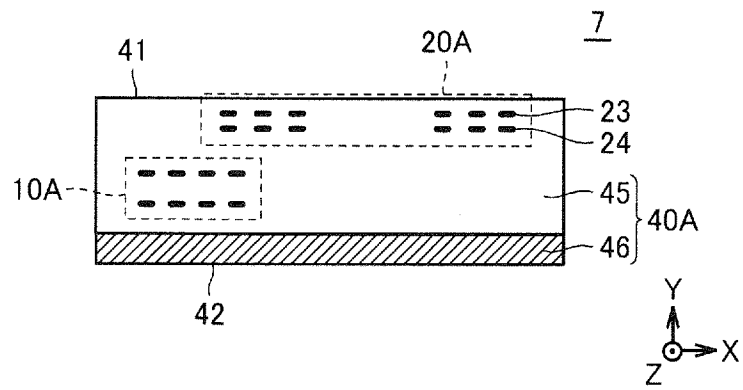
[図23]



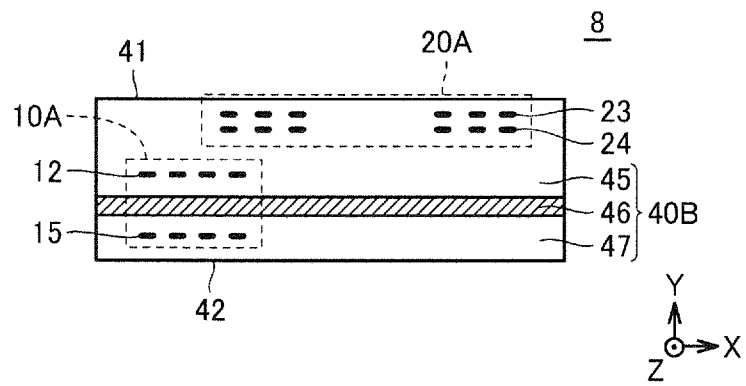
[図25]



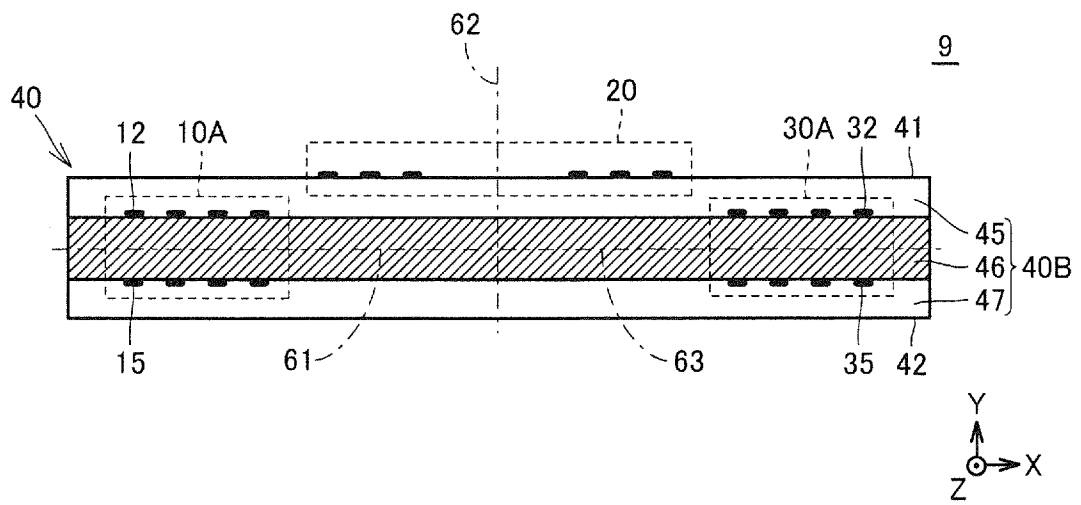
[図26]



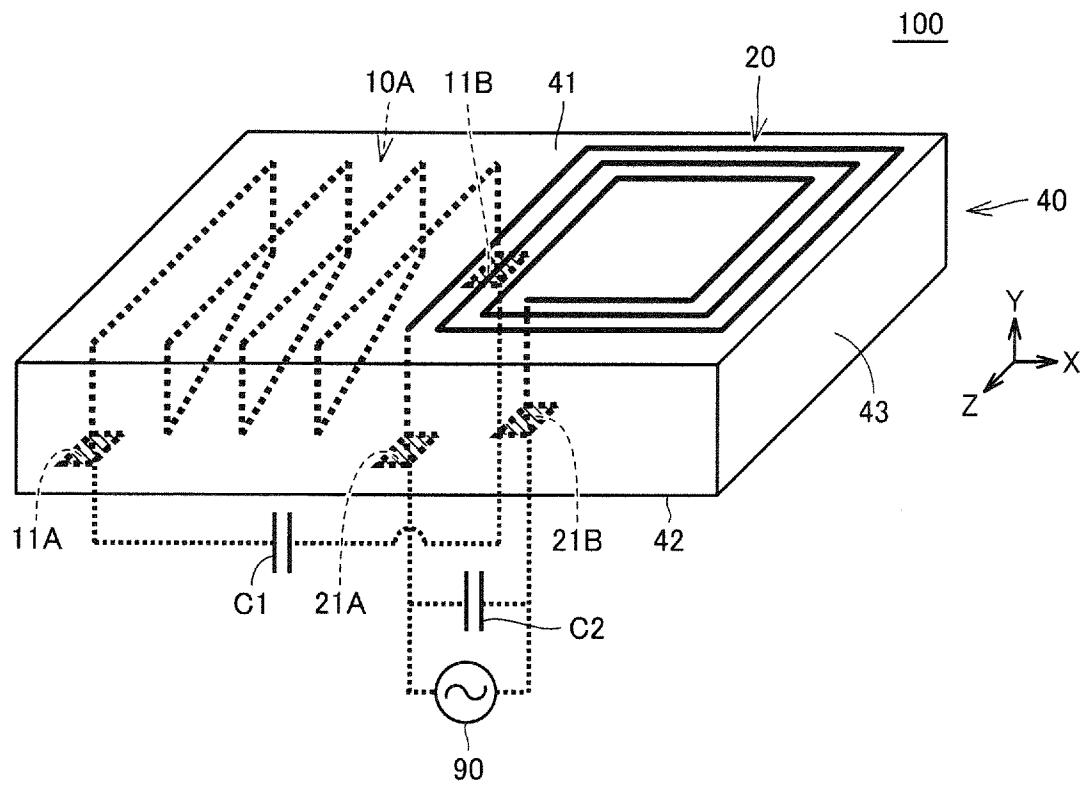
[図27]



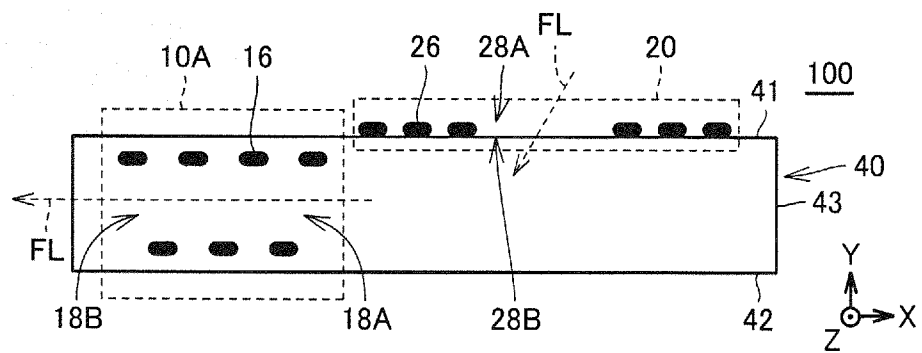
[図28]



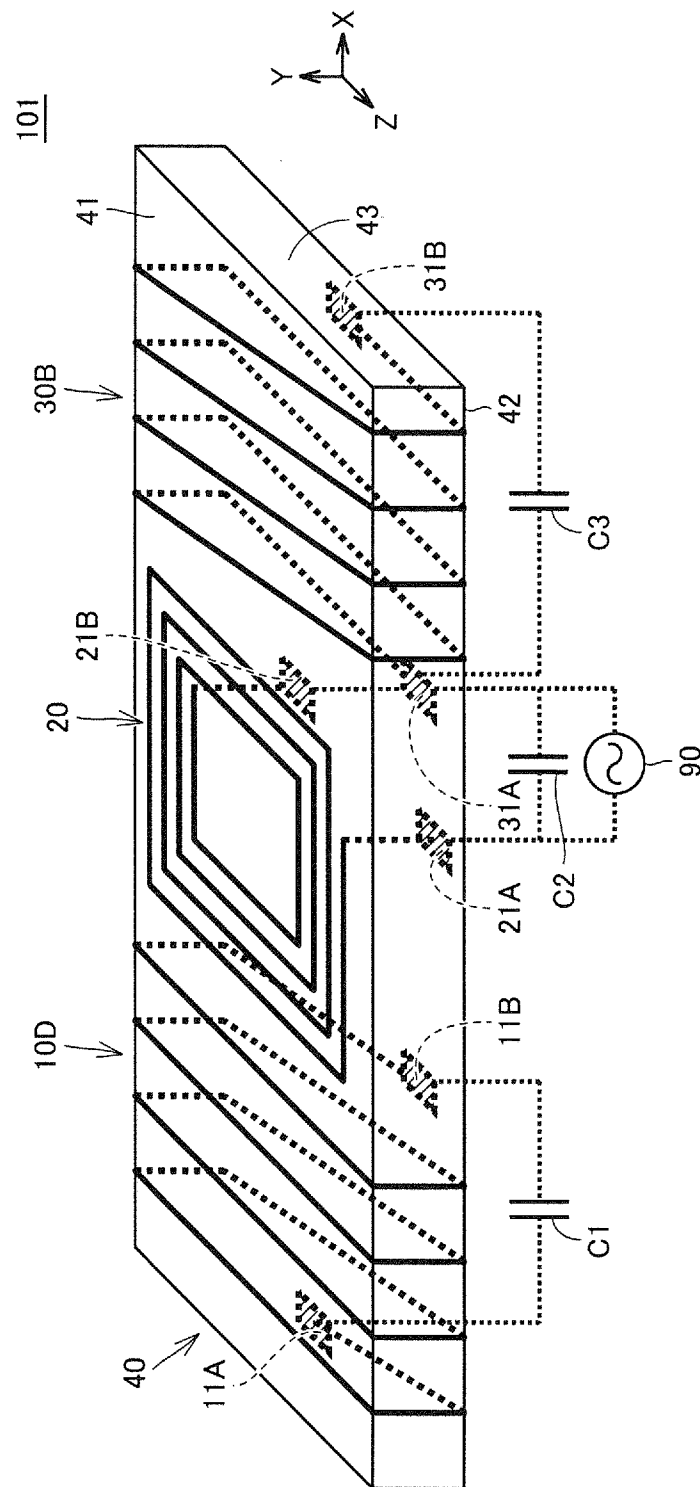
[図29]



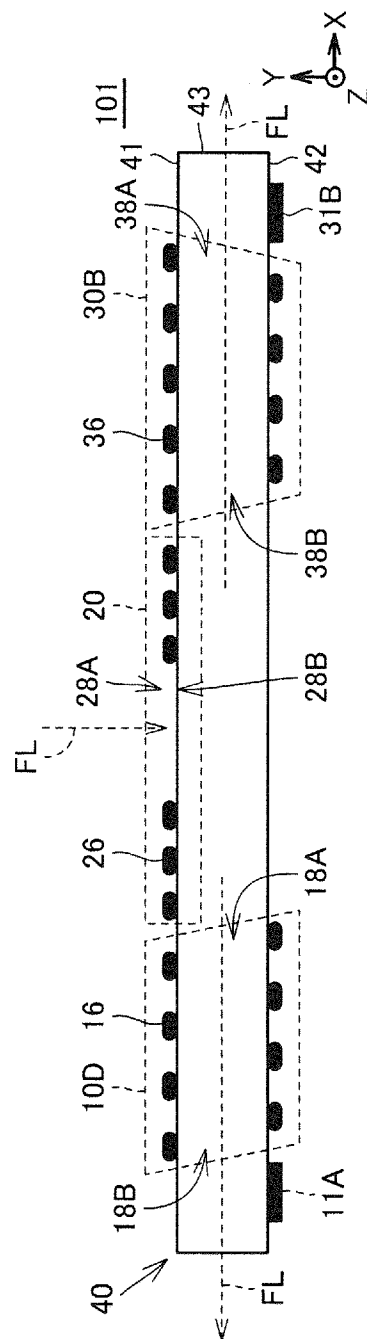
[図30]



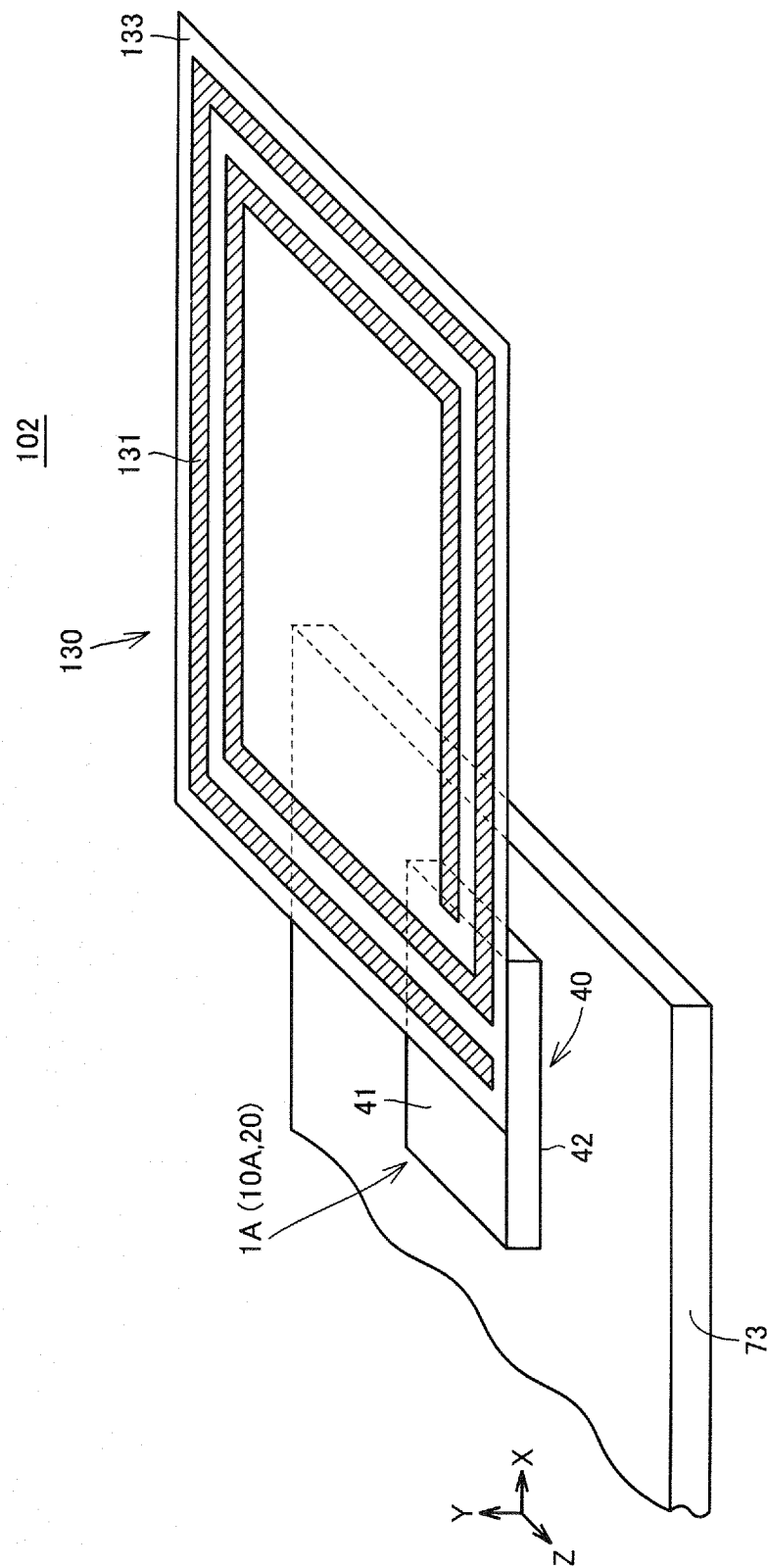
[図31]



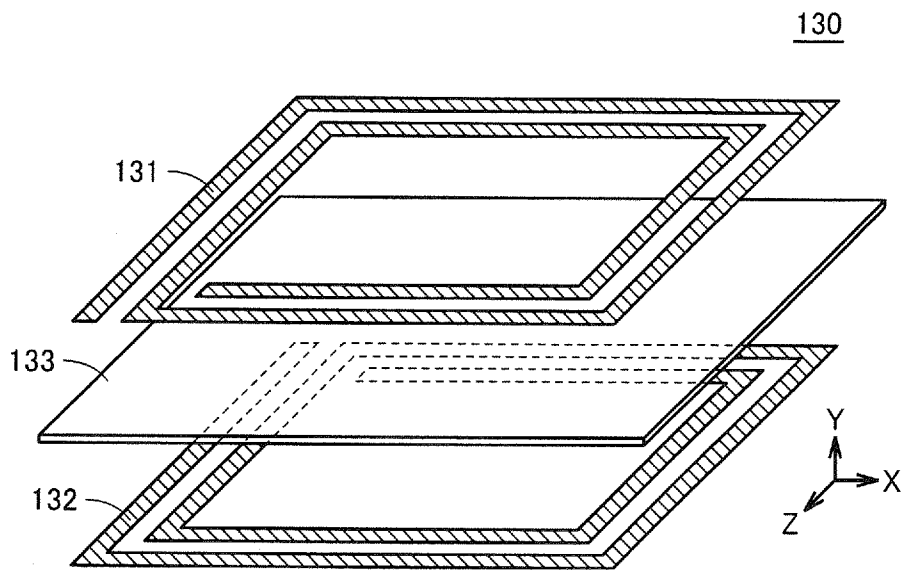
[図32]



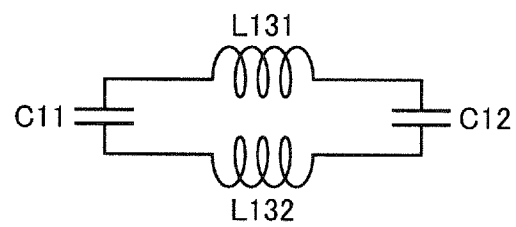
[図33]



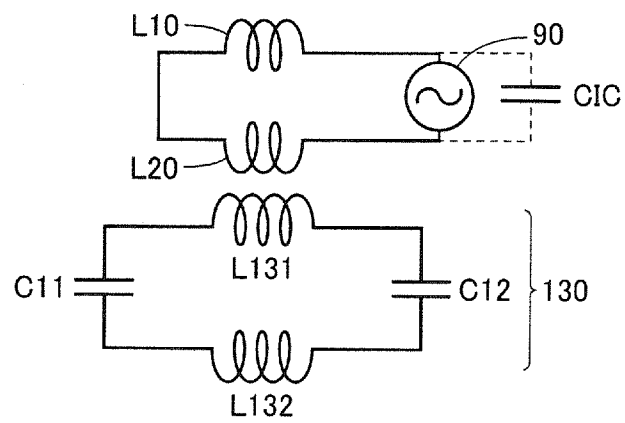
[図34]



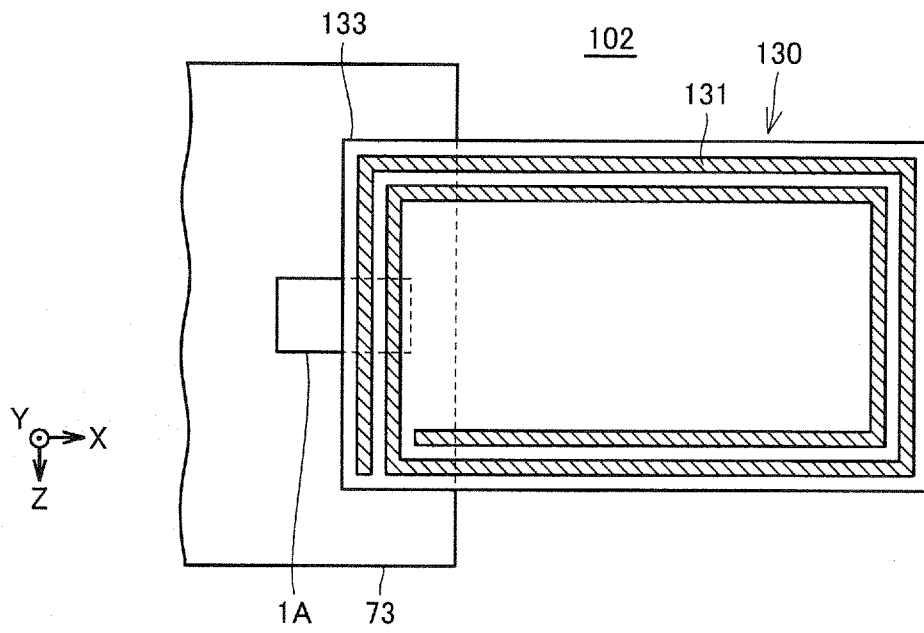
[図35]



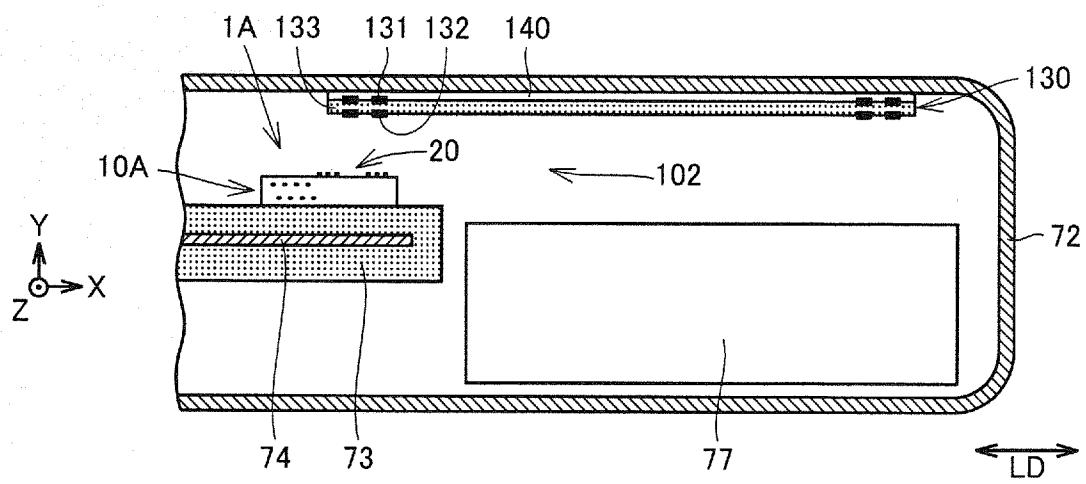
[図36]



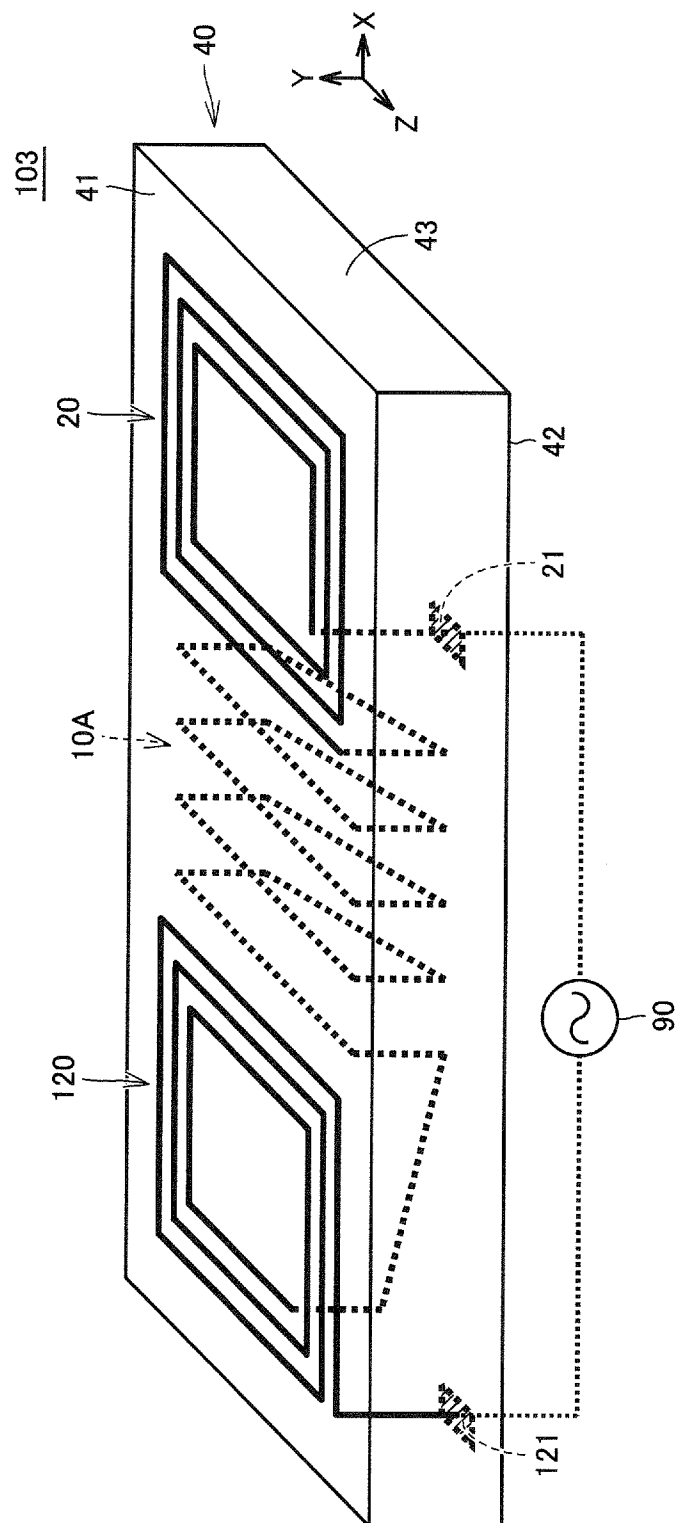
[図37]



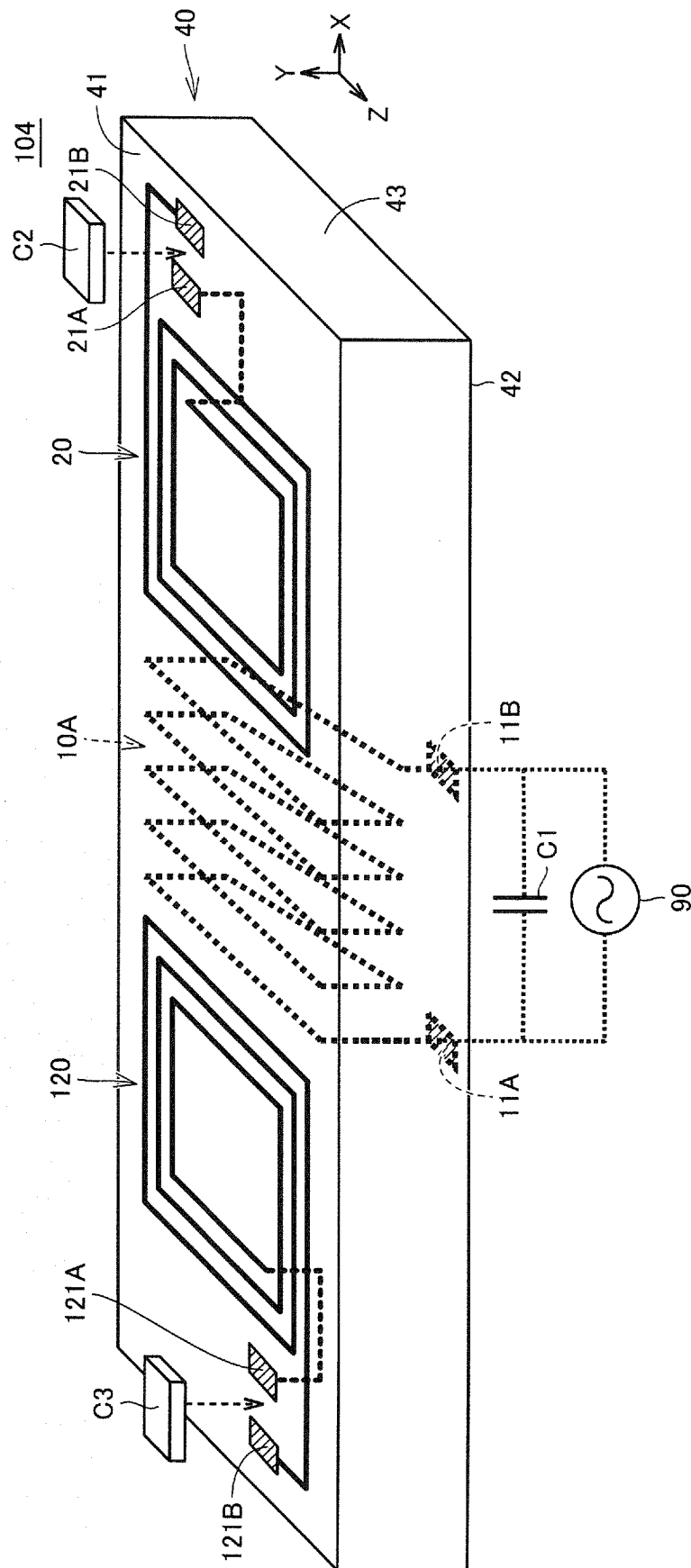
[図38]



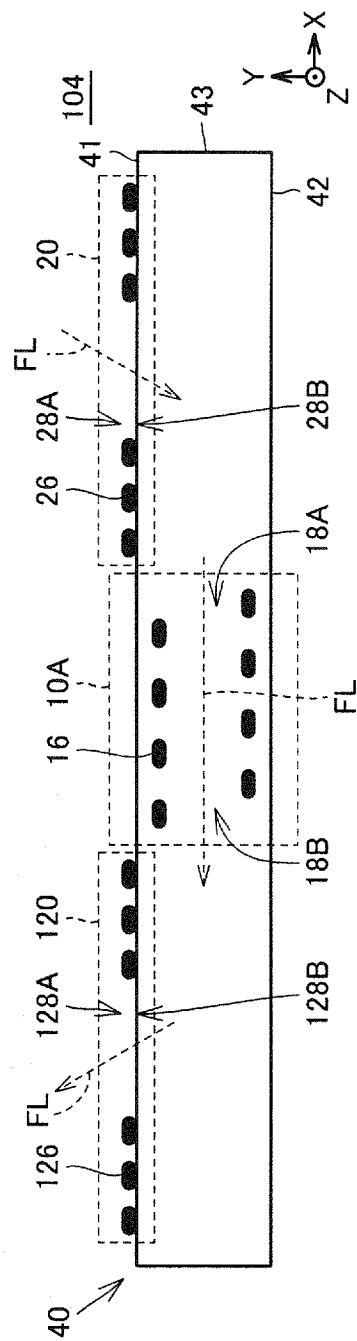
[図39]



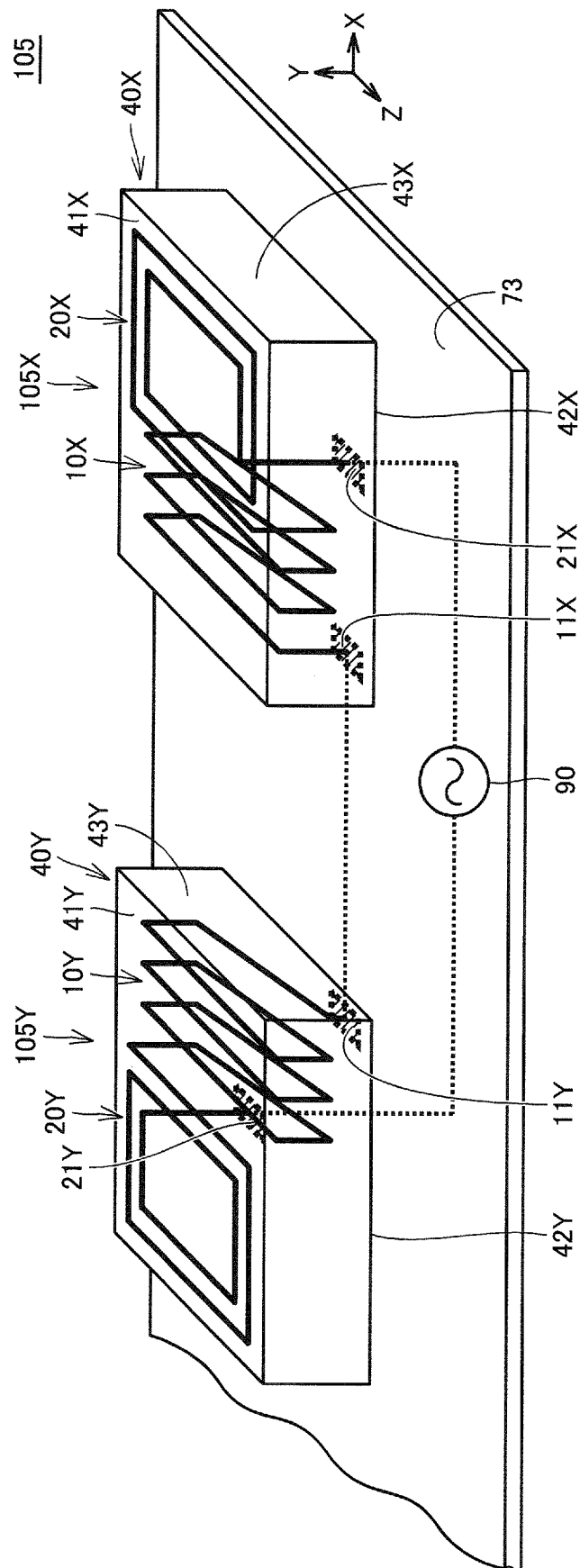
[図41]



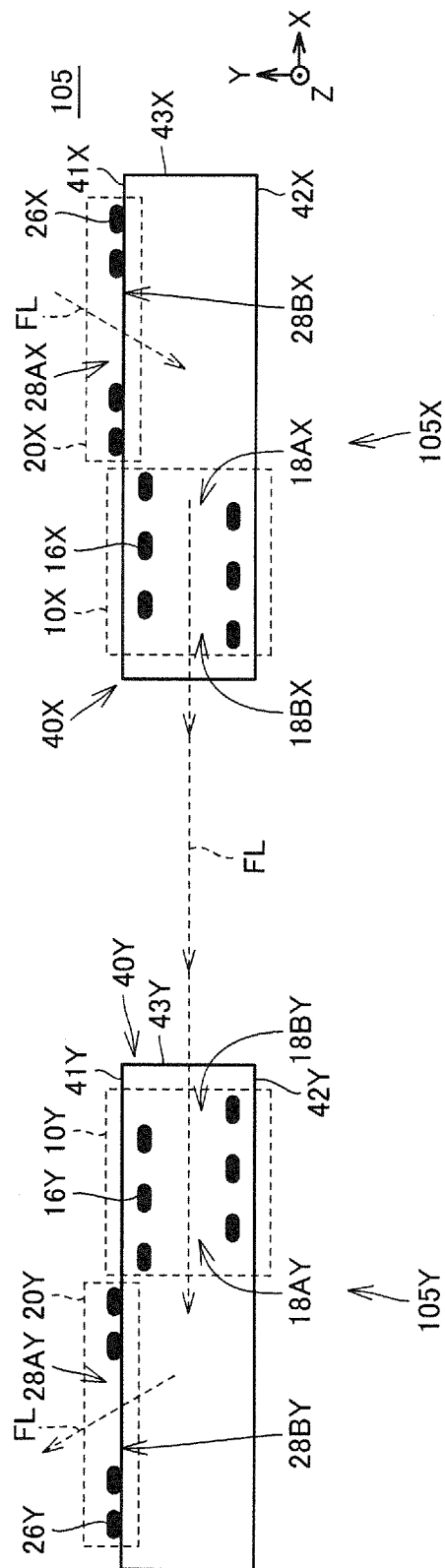
[図42]



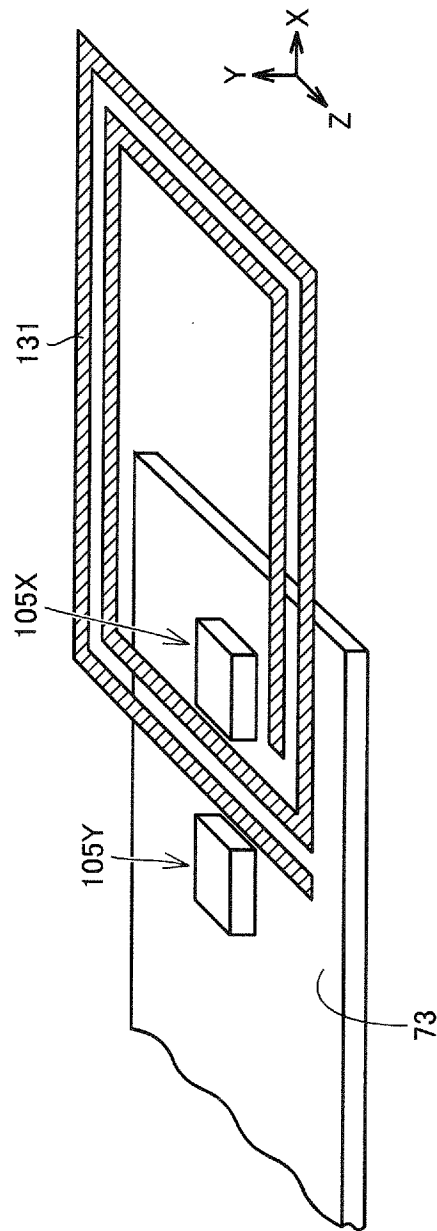
[図43]



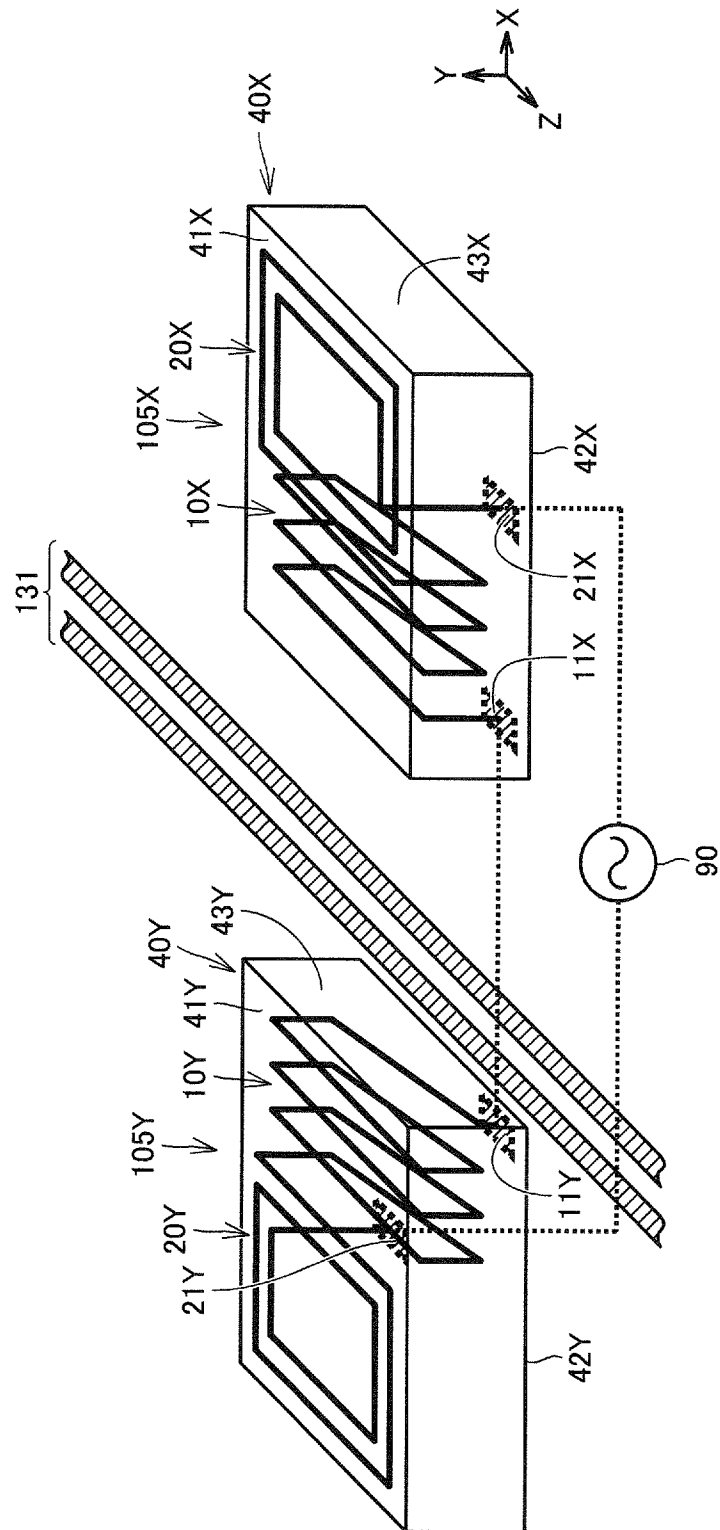
[図44]



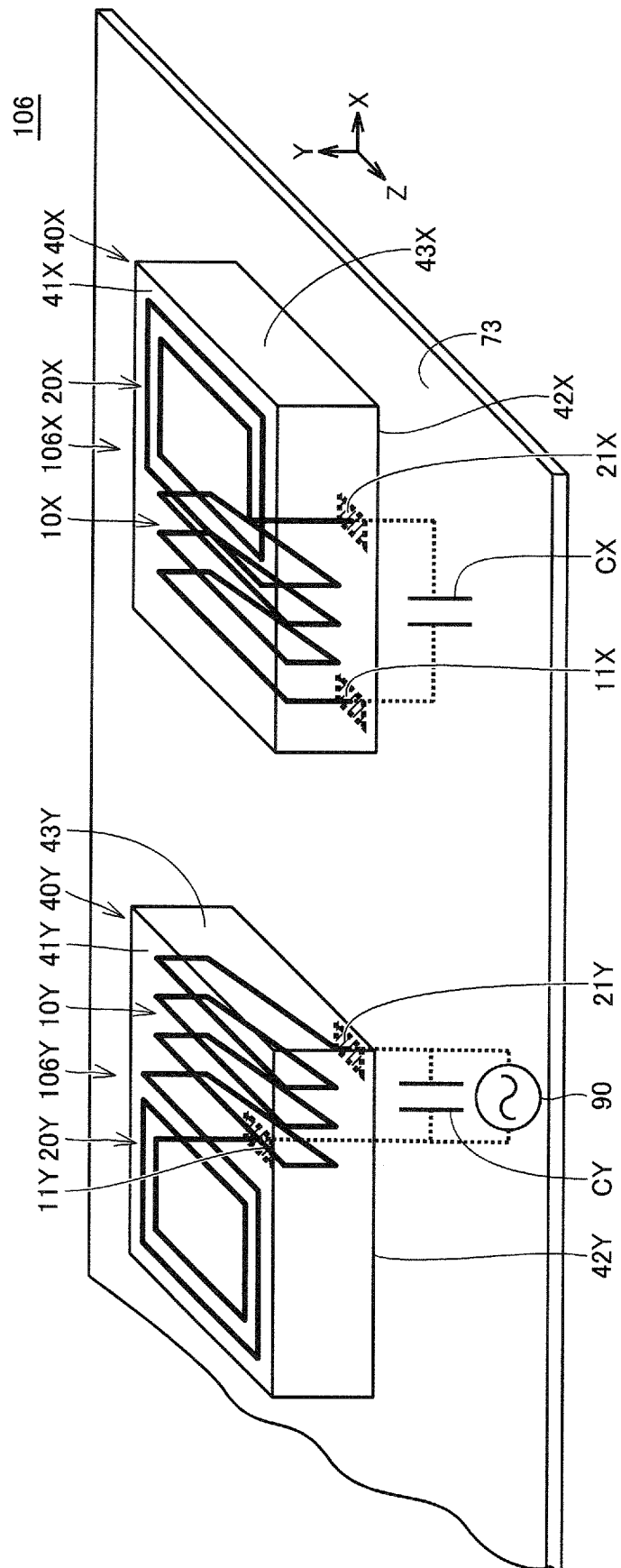
[図45]



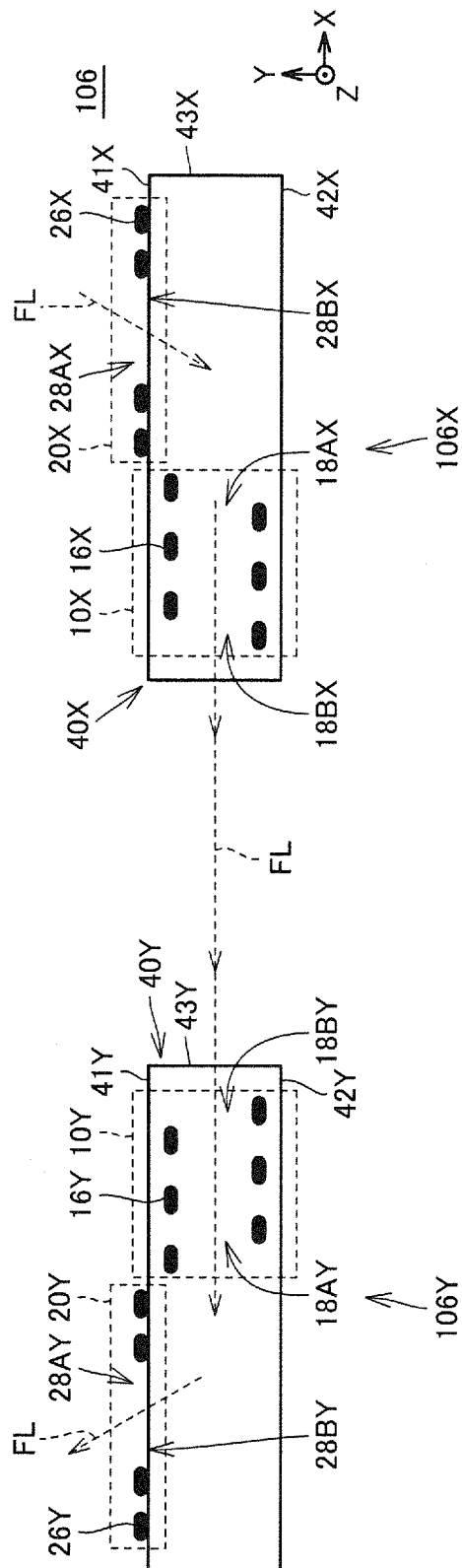
[図46]



[図47]



[図48]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/060321

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01Q7/00(2006.01)i, H01Q1/24(2006.01)i, H01Q7/06(2006.01)i

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)

H01Q7/00, H01Q1/24, H01Q7/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2005-134942 A (Mitsubishi Materials Corp.), 26 May 2005 (26.05.2005), paragraph [0030]; fig. 1, 2, 5 (Family: none)	1-5, 11, 12, 17, 19, 20 6-10, 13-16, 18
Y	JP 2011-29678 A (Tyco Electronics Raychem Kabushiki Kaisha, Tyco Electronics Japan Godo Kaisha), 10 February 2011 (10.02.2011), fig. 1 & WO 2009/066629 A1	6, 9, 10, 18
Y	WO 2010/122888 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 28 October 2010 (28.10.2010), fig. 3 & JP 2011-97657 A & EP 2424042 A1	7, 9, 10, 18

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ 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 application or patent 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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
12 July, 2012 (12.07.12)

Date of mailing of the international search report
24 July, 2012 (24.07.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/060321

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2010-122753 A (Smart Co., Ltd.), 03 June 2010 (03.06.2010), fig. 1 (Family: none)	8-10, 18
Y	JP 2001-168628 A (Smart Card Technologies Co., Ltd.), 22 June 2001 (22.06.2001), fig. 1 (Family: none)	9, 10, 18
Y	JP 2011-49935 A (Panasonic Corp.), 10 March 2011 (10.03.2011), fig. 1 & US 2011/0050531 A1 & EP 2293383 A2 & CN 201898208 U	13-16, 18
Y	JP 2009-152862 A (Tamura Corp.), 09 July 2009 (09.07.2009), fig. 25 (Family: none)	18

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01Q7/00(2006.01)i, H01Q1/24(2006.01)i, H01Q7/06(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01Q7/00, H01Q1/24, H01Q7/06

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2005-134942 A（三菱マテリアル株式会社）2005.05.26, [0030], 図 1, 2, 5（ファミリーなし）	1-5, 11, 12, 17 , 19, 20
Y		6-10, 13-16, 1 8
Y	JP 2011-29678 A（タイコ エレクトロニクス レイケム株式会社 タイコエレクトロニクスジャパン合同会社）2011.02.10, 図 1 & WO 2009/066629 A1	6, 9, 10, 18

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 2 . 0 7 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

2 4 . 0 7 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

麻生 哲朗

5 K

2 9 5 3

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 5 6

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	WO 2010/122888 A1 (株式会社村田製作所) 2010. 10. 28, 図 3 & JP 2011-97657 A & EP 2424042 A1	7, 9, 10, 18
Y	JP 2010-122753 A (株式会社スマート) 2010. 06. 03, 図 1 (ファミリーなし)	8-10, 18
Y	JP 2001-168628 A (株式会社スマートカードテクノロジーズ) 2001. 06. 22, 図 1 (ファミリーなし)	9, 10, 18
Y	JP 2011-49935 A (パナソニック株式会社) 2011. 03. 10, 図 1 & US 2011/0050531 A1 & EP 2293383 A2 & CN 201898208 U	13-16, 18
Y	JP 2009-152862 A (株式会社タムラ製作所) 2009. 07. 09, 図 25 (ファミリーなし)	18