

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4725885号  
(P4725885)

(45) 発行日 平成23年7月13日(2011.7.13)

(24) 登録日 平成23年4月22日(2011.4.22)

(51) Int.Cl.		F I	
HO 1 Q 15/14	(2006.01)	HO 1 Q 15/14	B
HO 1 Q 3/44	(2006.01)	HO 1 Q 3/44	
HO 1 Q 15/22	(2006.01)	HO 1 Q 15/22	

請求項の数 7 (全 35 頁)

(21) 出願番号	特願2005-127388 (P2005-127388)	(73) 特許権者	393031586
(22) 出願日	平成17年4月26日(2005.4.26)		株式会社国際電気通信基礎技術研究所
(65) 公開番号	特開2006-310910 (P2006-310910A)		京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2
(43) 公開日	平成18年11月9日(2006.11.9)	(74) 代理人	100112715
審査請求日	平成19年11月26日(2007.11.26)		弁理士 松山 隆夫
		(74) 代理人	100085213
			弁理士 鳥居 洋
		(72) 発明者	飯草 恭一
			京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2
			株式会社国際電気通信基礎技術研究所内
		(72) 発明者	澤谷 琢磨
			京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2
			株式会社国際電気通信基礎技術研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ダイポール素子、それを用いた導体線および電波フィルタ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

無給電素子からなるダイポール素子であって、  
直線状に配置された第1および第2のモノポール素子と、  
前記第1および第2のモノポール素子間に接続され、前記第1および第2のモノポール素子上の電流の積分値を実質的に零に設定する分布定数線路とを備えるダイポール素子。

【請求項2】

前記分布定数線路は、前記第1および第2のモノポール素子に略平行に配置される、請求項1に記載のダイポール素子。

【請求項3】

前記分布定数線路は、前記第1および第2のモノポール素子内に配置される、請求項2に記載のダイポール素子。

【請求項4】

前記分布定数線路は、前記第1および第2のモノポール素子に略垂直に配置される、請求項1に記載のダイポール素子。

【請求項5】

前記分布定数線路の全長は、到来する電波の略半波長である、請求項1から請求項4のいずれか1項に記載のダイポール素子。

【請求項6】

直列に接続された複数のダイポール素子を備え、

前記複数のダイポール素子の各々は、請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載のダイポール素子からなり、

前記直列に接続された複数のダイポール素子において、隣接する 2 つのダイポール素子は、到来する電波の略半波長の長さを有するスタブ線路により接続される、導体線。

【請求項 7】

略平行に配置された複数の導体線を備え、

前記複数の導体線の各々は、直列に直線状に接続された複数のダイポール素子を含み、前記複数のダイポール素子の各々は、請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載のダイポール素子からなり、

前記直列に接続された複数のダイポール素子において、隣接する 2 つのダイポール素子は、到来する電波の略半波長の長さを有するスタブ線路により接続される、電波フィルタ

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、ダイポール素子、それを用いた導体線および電波フィルタに関し、特に、電氣的に透明なダイポール素子、それを用いた導体線および電波フィルタに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、電氣的に透明なアンテナ素子が知られている（非特許文献 1）。このアンテナ素子は、2本のモノポール素子と、バラクタダイオードとを備える。2本のモノポール素子は、直列に直線状に配置され、バラクタダイオードは、2本のモノポール素子間に装荷される。

20

【0003】

そして、バラクタダイオードは、2本のモノポール素子上の電流値の積分値を実質的に零にするリアクタンス値に設定される。

【非特許文献 1】飯草恭一、大平 孝、「リアクタンス制御でパラサイト素子を電氣的に透明化するリコンフィギャラブルエスパンテナ」、(社)電子情報通信学会、信学技報、AP2002-122(2003-1)。

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、従来の電氣的に透明なアンテナ素子は、チップ部品としてのバラクタダイオードが必要であり、低コスト化を図ることが困難であるという問題がある。また、バラクタダイオードをアンテナ素子にマウントする必要がある、製造工程の簡略化が困難であるという問題がある。

【0005】

そこで、この発明は、かかる問題を解決するためになされたものであり、その目的は、チップ部品が不要である電氣的に透明なダイポール素子を提供することである。

40

【0006】

また、この発明の別の目的は、チップ部品が不要である電氣的に透明なダイポール素子を備えた導体線を提供することである。

【0007】

更に、この発明の別の目的は、チップ部品が不要である電氣的に透明なダイポール素子を備えた電波フィルタを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

この発明によれば、ダイポール素子は、第 1 および第 2 のモノポール素子と、分布定数線路とを備える。第 1 および第 2 のモノポール素子は、直線状に配置される。分布定数線

50

路は、第1および第2のモノポール素子間に接続され、第1および第2のモノポール素子上の電流の積分値を実質的に零に設定する。

【0009】

好ましくは、分布定数線路は、第1および第2のモノポール素子に略平行に配置される。

【0010】

好ましくは、分布定数線路は、第1および第2のモノポール素子内に配置される。

【0011】

好ましくは、分布定数線路は、第1および第2のモノポール素子に略垂直に配置される。

10

【0012】

好ましくは、分布定数線路の全長は、到来する電波の略半波長である。

【0013】

また、この発明によれば、導体線は、複数のダイポール素子を備える。複数のダイポール素子は、直列に接続される。そして、複数のダイポール素子の各々は、請求項1から請求項5のいずれか1項に記載のダイポール素子からなる。また、直列に接続された複数のダイポール素子において、隣接する2つのダイポール素子は、到来する電波の略半波長の長さを有するスタブ線路により接続される。

【0014】

更に、この発明によれば、電波フィルタは、複数の導体線を備える。複数の導体線は、略平行に配置される。複数の導体線の各々は、直列に直線状に接続された複数のダイポール素子を含む。そして、複数のダイポール素子の各々は、請求項1から請求項5のいずれか1項に記載のダイポール素子からなる。また、直列に接続された複数のダイポール素子において、隣接する2つのダイポール素子は、到来する電波の略半波長の長さを有するスタブ線路により接続される。

20

【発明の効果】

【0015】

この発明によるダイポール素子においては、電波が到来すると、分布定数線路は、第1のモノポール素子上の電流を第2のモノポール素子上の電流によって打ち消す。即ち、分布定数線路は、第1および第2のモノポール素子上の電流の積分値を実質的に零に設定する。

30

【0016】

従って、この発明によれば、チップ部品を用いずにダイポール素子を電氣的に透明にできる。

【0017】

また、この発明による導体線は、電氣的に透明なダイポール素子を複数個接続して作製される。

【0018】

従って、この発明によれば、導体線を電氣的に透明にできる。

【0019】

更に、この発明による電波フィルタは、電氣的に透明な導体線を複数本配置して作製される。

40

【0020】

従って、この発明によれば、電波フィルタは、所定の周波数の電波のみを透過できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰返さない。

【0022】

[実施の形態1]

50

図 1 は、この発明の実施の形態 1 によるダイポール素子の概略図である。実施の形態 1 によるダイポール素子 10 は、モノポール素子 1, 2 と、分布定数線路 3 とを備える。

【0023】

モノポール素子 1 は、一方端 1A から長さ方向 DR1 に切欠部 11 を有する。その結果、モノポール素子 1 は、切欠部 11 の両側に狭幅部 12, 13 を有する。また、モノポール素子 2 は、一方端 2A から長さ方向 DR1 に切欠部 21 を有する。その結果、モノポール素子 2 は、切欠部 21 の両側に狭幅部 22, 23 を有する。

【0024】

モノポール素子 1, 2 は、一方端 1A, 2A が対向するように所定の間隔 d1 を隔てて直線状に配置される。そして、モノポール素子 1, 2 の各々は、プリント基板 4 上に形成された銅箔からなる。この場合、所定の間隔 d1 は、例えば、5mm に設定される。また、ダイポール素子 10 に到来する電波の波長を  $\lambda$  とすると、モノポール素子 1 の他方端 1B とモノポール素子 2 の他方端 2B との距離 L1 は、例えば、 $0.5\lambda = 270\text{mm}$  に設定される。更に、モノポール素子 1, 2 の各々は、例えば、18mm の幅 W1 を有する。

【0025】

分布定数線路 3 は、線路 31 ~ 37 からなる。線路 31 ~ 37 の各々は、プリント基板 4 上に形成された銅箔からなる。線路 31 は、その一方端がモノポール素子 1 の狭幅部 12 の一方端に接続され、他方端が線路 34 の一方端に接続される。線路 32 は、その一方端が線路 34 の略中点に接続され、他方端が線路 37 の略中点に接続される。線路 33 は、その一方端がモノポール素子 1 の狭幅部 13 の一方端に接続され、他方端が線路 34 の他方端に接続される。

【0026】

線路 35 は、その一方端がモノポール素子 2 の狭幅部 22 の一方端に接続され、他方端が線路 37 の一方端に接続される。線路 36 は、その一方端がモノポール素子 2 の狭幅部 23 の一方端に接続され、他方端が線路 37 の他方端に接続される。

【0027】

その結果、線路 31 ~ 37 は、一体的に接続され、2 個の “E” 字を互いに向かい合わせ、長さ方向 DR1 に伸ばした概略形状を有する分布定数線路 3 を構成する。

【0028】

そして、分布定数線路 3 は、モノポール素子 1 の切欠部 11 およびモノポール素子 2 の切欠部 21 に配置され、モノポール素子 1 の一方端 1A とモノポール素子 2 の一方端 2A とに接続される。

【0029】

即ち、分布定数線路 3 は、モノポール素子 1, 2 間に接続され、モノポール素子 1, 2 内に配置される。

【0030】

分布定数線路 3 において、線路 31, 33, 35, 36 の各々は、長さ L2 を有し、線路 32 は、 $2 \times L2$  の長さを有する。そして、長さ L2 は、例えば、 $0.125\lambda = 75\text{mm}$  に設定される。その結果、分布定数線路 3 の全長（狭幅部 12 の一方端から狭幅部 23 の一方端まで、または狭幅部 13 の一方端から狭幅部 22 の一方端まで）は、 $0.5\lambda$  になり、モノポール素子 1 の全長とモノポール素子 2 の全長との和に略等しい。

【0031】

ダイポール素子 10 を作製する場合、プリント基板 4 の一主面の全面に銅箔を貼着し、所定の領域を削除してモノポール 1, 2 と、切欠部 11, 21 に配置された分布定数線路 3 とを形成する。

【0032】

図 2 は、図 1 に示すダイポール素子 10 の一部分 PA の拡大図である。狭幅部 12, 13 の各々は、3.5mm の幅を有し、線路 31 ~ 33 の各々は、1mm の幅を有する。狭幅部 12 と線路 31 との間隔、線路 31, 32 間隔、線路 32, 33 間隔および線路 33 と狭幅部 13 との間隔は、全て同じであり、2mm である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 3 】

なお、図 1 に示すダイポール素子 1 0 の一部分 P B の拡大図は、図 2 に示す拡大図と同じである。

## 【 0 0 3 4 】

図 3 は、図 2 に示す線 I I I - I I I 間における断面図である。狭幅部 1 2 , 1 3 および線路 3 1 ~ 3 3 は、上述した幅および間隔でプリント基板 4 の一主面 4 A 上に形成される。

## 【 0 0 3 5 】

図 4 は、実験 I の概略図である。給電ダイポール 2 0 を給電部 2 0 A が x y z 座標の原点 O に一致するように z 軸に沿って配置し、図 1 に示すダイポール素子 1 0 を原点 O から x 軸の方向へ d 2 だけ離れた位置で z 軸に沿って配置する。

10

## 【 0 0 3 6 】

給電ダイポール 2 0 は、z 軸方向へ伸縮可能であり、z 軸方向への伸縮により整合周波数を調整可能である。そして、実験 I においては、整合周波数が 5 0 0 M H z になるように給電ダイポール 2 0 が伸縮された。また、実験 I においては、給電コネクタ 3 0 が y 軸方向から給電ダイポール 2 0 の給電部 2 0 A に接続された。そして、整合調整スライド 4 0 を y 軸方向へスライドさせ、給電コネクタ 3 0 のインピーダンスを 5 0  $\Omega$  に設定した。

## 【 0 0 3 7 】

なお、実験 I においては、方位角  $\theta$  は、x - y 平面において x 軸から y 軸の方向への回転角と定義された。

20

## 【 0 0 3 8 】

図 5 は、図 4 に示す実験 I において測定された入力インピーダンスを示す図である。図 5 において、縦軸は、入力インピーダンスの虚部を表し、横軸は、入力インピーダンスの実部を表す。

## 【 0 0 3 9 】

また、“ l i n e ” と表示された特性は、ダイポール素子 1 0 の入力インピーダンスを示し、“ s h o r t ” と表示された特性は、ダイポール素子 1 0 において 2 つのモノポール素子 1 , 2 間を短絡した場合の入力インピーダンスを示し、“ s h o r t ( t a p e ) ” と表示された特性は、ダイポール素子 1 0 の分布定数線路 3 を銅テープで覆った場合の入力インピーダンスを示し、“ o p e n ” と表示された特性は、分布定数線路 3 を削除し、ダイポール素子 1 0 の中心部を開放した場合の入力インピーダンスを示し、“ d i p o l e a l o n e ” と表示された特性は、給電ダイポール 2 0 が単体で設置された場合の入力インピーダンスを示す。

30

## 【 0 0 4 0 】

なお、図 5 に示す入力インピーダンスの測定においては、ダイポール素子 1 0 と給電ダイポール 2 0 との間隔 d 2 は、1 5 c m に設定された。

## 【 0 0 4 1 】

ダイポール素子 1 0 の入力インピーダンスは、ダイポール素子 1 0 の中心部を開放した場合 (“ o p e n ” )、および 2 つのモノポール素子 1 , 2 間を短絡した場合 (“ s h o r t ” ) 等の入力インピーダンスよりも給電ダイポール 2 0 が単体で配置された場合の入力インピーダンス ( d i p o l e a l o n e ) に近く、モノポール素子 1 , 2 間に分布定数線路 3 を配置しても入力インピーダンスへの影響が小さい。

40

## 【 0 0 4 2 】

図 6 は、図 4 に示す実験 I において測定された H 面指向性を示す図である。図 6 において、縦軸は、利得を表し、横軸は、方位角  $\theta$  を表す。また、“ l i n e ”、“ s h o r t ”、“ o p e n ”、および “ d i p o l e a l o n e ” の表記は、図 5 における表記と同じ意味である。

## 【 0 0 4 3 】

なお、図 6 に示す利得の測定においても、ダイポール素子 1 0 と給電ダイポール 2 0 との間隔 d 2 は、1 5 c m に設定された。

50

## 【 0 0 4 4 】

図 6 に示す結果から、ダイポール素子 1 0 の利得は、ダイポール素子 1 0 の中心部を開放した場合の利得よりも給電ダイポール 2 0 が単体で設置された場合の利得に近い。従って、ダイポール 1 0 は、電氣的に透明であることが確認された。

## 【 0 0 4 5 】

ここで、「電氣的に透明」とは、ダイポール素子 1 0 は、物理的には存在するが、電氣的には電波をそのまま通過させることを言う。

## 【 0 0 4 6 】

図 7 は、実験 I I の概略図である。実験 I I は、実験 I に示すようにダイポール素子 1 0、給電ダイポール 2 0 および給電コネクタ 3 0 を配置する。そして、ネットワークアナライザ 5 0 を給電コネクタ 3 0 および磁界プローブ 6 0 に接続する。

10

## 【 0 0 4 7 】

磁界プローブ 6 0 は、磁界の向きがダイポール素子 1 0 と直交するように導体部（銅箔）に接触され、ダイポール素子 1 0 の長さ方向 D R 1 に移動される。ネットワークアナライザ 5 0 は、5 0 0 M H z の R F 信号を給電コネクタ 3 0 を介して給電ダイポール 2 0 へ入力し、磁界プローブ 6 0 の出力を測定する。

## 【 0 0 4 8 】

図 8 は、図 7 に示す実験 I I において測定された電流分布を示す図である。図 8 の ( a ) および ( b ) は、それぞれ、磁界プローブ 6 0 をダイポール素子 1 0 のエッジに沿って長さ方向 D R 1 を移動させたときの電流分布の振幅および位相を示す。また、図 8 の ( c ) および ( d ) は、それぞれ、磁界プローブ 6 0 を図 1 に示す矢印 A , B に沿って長さ方向 D R 1 に移動させたときの電流分布の振幅および位相を示す。

20

## 【 0 0 4 9 】

図 8 の ( a ) および ( c ) において、縦軸は、電流分布の振幅を表し、横軸は、z 軸方向の位置を表す。また、図 8 の ( b ) および ( d ) において、縦軸は、電流分布の位相を表し、横軸は、z 軸方向の位置を表す。

## 【 0 0 5 0 】

なお、図 8 の ( a ) および ( b ) における “ s h o r t ”、 “ o p e n ” および “ l i n e ” の表記は、図 5 における表記と同じ意味である。また、図 8 に示す電流分布の測定において、ダイポール素子 1 0 と給電ダイポール 2 0 との間隔 d 2 は、1 5 c m に設定された。

30

## 【 0 0 5 1 】

図 8 の ( a ) および ( b ) に示す結果から、ダイポール素子 1 0 は、ダイポール素子 1 0 の中心部を開放した場合よりも電流の振幅が小さく、また、電流の向きが途中で反転している。従って、ダイポール素子 1 0 における電氣的透明化の動作が確認された。

## 【 0 0 5 2 】

また、図 8 の ( c ) および ( d ) に示す結果から、図 1 に示す矢印 A , B に沿った測定においては、分布定数線路 3 を構成する銅箔面に磁界プローブ 6 0 を接触して電流を測定したため、ダイポール素子 1 0 のエッジに沿って磁界プローブ 6 0 を移動させた場合（図 8 の ( a ) および ( b ) ）に比べ、電流のレベル低下は、3 d B 程度であった。従って、分布定数線路 3 には、モノポール素子 1 , 2 に比べ、約 1 0 0 倍の強い電流が流れていることが解った。

40

## 【 0 0 5 3 】

但し、矢印 A に沿った線路 3 1 , 3 5 と、矢印 B に沿った線路 3 2 とでは、電流の位相が 1 8 0 度であるので、線路 3 1 , 3 5 を流れる電流は、線路 3 2 を流れる電流と打ち消し合っている。この電流分布から、ダイポール素子 1 0 の中央部は、ほぼ開放状態となっており、分布定数線路 3 がリアクタとして動作していることが解った。

## 【 0 0 5 4 】

上述したように、ダイポール素子 1 0 においては、その長さ方向 D R 1 に流れる電流の向きが途中で反転するので、分布定数線路 3 は、モノポール素子 1 , 2 の各々に流れる電

50

流を零にするのではなく、2つのモノポール素子1, 2に流れる電流の積分値を零にする。これにより、ダイポール素子10は、ベクトル実効長が実質的に零になり、電氣的に透明になる。

【0055】

実施の形態1によれば、ダイポール素子10は、2つのモノポール素子1, 2と、2つのモノポール素子1, 2間に接続され、2つのモノポール素子1, 2上の電流の積分値を実質的に零に設定する分布定数線路3とを備えるので、リアクタを用いずにダイポール素子10を電氣的に透明にできる。

【0056】

[実施の形態2]

図9は、実施の形態2によるダイポール素子の概略図である。ダイポール素子10Aは、モノポール素子101, 102と、分布定数線路103とを備える。モノポール素子101, 102の各々は、銅箔からなる。そして、モノポール素子101は、その一方端101Aがモノポール素子102の一方端102Aに対向するように所定の間隔d1を隔てて直線状に配置される。その結果、モノポール素子101の他方端101Bとモノポール素子102の他方端102Bとの距離は、上述した距離L1になる。

【0057】

分布定数線路103は、線路1031~1033からなる。線路1031は、その一方端がモノポール素子101の一方端101Aに接続され、他方端が線路1032の一方端に接続される。

【0058】

線路1032は、その一方端が線路1031の他方端に接続され、他方端が線路1033の一方端に接続される。線路1033は、その一方端が線路1032の他方端に接続され、他方端がモノポール素子102の一方端102Aに接続される。

【0059】

これにより、分布定数線路103は、モノポール素子101の一方端101Aとモノポール素子102の一方端102Aとの間に接続され、モノポール素子101, 102よりも右側に配置される。即ち、分布定数線路103は、2つのモノポール素子101, 102間に接続され、モノポール素子101, 102の一方側へ延伸するように配置される。

【0060】

そして、線路1031, 1033の各々の長さL3は、例えば、0.25に設定される。その結果、分布定数線路103の全長は、0.5に設定される。この0.5は、モノポール素子101の全長とモノポール素子102の全長との和に略等しい。

【0061】

従って、ダイポール素子10Aにおいては、分布定数線路103の全長は、モノポール素子101の全長とモノポール素子102の全長との和に略等しいことを特徴とする。

【0062】

ダイポール素子10Aにおいては、分布定数線路103は、その全長が0.5になるように長さが等しい2つの線路1031, 1033を有するため、モノポール素子101, 102の全体に流れる電流の積分値を実質的に零に設定する。

【0063】

従って、ダイポール素子10Aは、電氣的に透明になる。

【0064】

ダイポール素子10Aにおいては、分布定数線路103の領域REGにスイッチを設け、そのスイッチをオン/オフしてダイポール素子10Aを電氣的に透明な状態と電氣的に透明でない状態とに切換えるようにしてもよい。

【0065】

実施の形態2によれば、ダイポール素子10Aは、2つのモノポール素子101, 102と、2つのモノポール素子101, 102間に接続され、2つのモノポール素子101, 102上の電流の積分値を実質的に零に設定する分布定数線路103とを備えるので、

10

20

30

40

50

リアクタを用いずにダイポール素子 10A を電氣的に透明にできる。

【0066】

なお、上記においては、分布定数線路 103 は、モノポール素子 101, 102 の右側に延伸すると説明したが、この発明においては、これに限らず、分布定数線路 103 は、モノポール素子 101, 102 の左側へ延伸していてもよく、一般的には、分布定数線路 103 は、モノポール素子 101, 102 の一方側へ延伸していればよい。

【0067】

[実施の形態 3]

図 10 は、実施の形態 3 によるダイポール素子の概略図である。実施の形態 3 によるダイポール素子 10B は、図 9 に示すダイポール素子 10A の分布定数線路 103 を分布定数線路 104 に代えたものであり、その他は、ダイポール素子 10A と同じである。

10

【0068】

分布定数線路 104 は、線路 1041 ~ 1046 からなる。線路 1041, 1043, 1044, 1046 は、モノポール素子 101, 102 に略垂直に配置される。線路 1041 は、その一方端がモノポール素子 101 の一方端 101A に接続され、他方端が線路 1042 の一方端に接続される。線路 1042 は、その一方端が線路 1041 の他方端に接続され、他方端が線路 1043 の一方端に接続される。線路 1043 は、その一方端が線路 1042 の他方端に接続され、他方端が線路 1044 の一方端に接続される。

【0069】

線路 1044 は、その一方端が線路 1043 の他方端に接続され、他方端が線路 1045 の一方端に接続される。線路 1045 は、その一方端が線路 1044 の他方端に接続され、他方端が線路 1046 の一方端に接続される。線路 1046 は、その一方端が線路 1045 の他方端に接続され、他方端がモノポール素子 102 の一方端 102A に接続される。

20

【0070】

これにより、分布定数線路 104 は、モノポール素子 101 の一方端 101A とモノポール素子 102 の一方端 102A との間に接続され、モノポール素子 101, 102 の両側に配置される。即ち、分布定数線路 104 は、2つのモノポール素子 101, 102 間に接続され、モノポール素子 101, 102 の両側へ延伸するように配置される。

【0071】

そして、線路 1041, 1043, 1044, 1046 の各々の長さ  $L_4$  は、例えば、0.125 に設定される。その結果、分布定数線路 104 の全長は、0.5 に設定される。この 0.5 は、モノポール素子 101 の全長とモノポール素子 102 の全長との和に略等しい。

30

【0072】

従って、ダイポール素子 10B においては、分布定数線路 104 の全長は、モノポール素子 101 の全長とモノポール素子 102 の全長との和に略等しいことを特徴とする。また、ダイポール素子 10B において、分布定数線路 104 は、モノポール素子 101, 102 の両側へ等しい長さ  $L_4$  だけ延伸することを特徴とする。

【0073】

ダイポール素子 10B においては、分布定数線路 104 は、その全長が 0.5 になり、モノポール素子 101, 102 の両側へ等しい長さ  $L_4$  だけ延伸するように線路 1041, 1043, 1044, 1046 が等しい長さ  $L_4$  を有するため、線路 1041 ~ 1043 に流れる電流が線路 1044 ~ 1046 に流れる電流と打ち消し合う。即ち、分布定数線路 104 は、モノポール素子 101, 102 の全体に流れる電流の積分値を実質的に零に設定する。

40

【0074】

従って、ダイポール素子 10B は、電氣的に透明になる。

【0075】

実施の形態 3 によれば、ダイポール素子 10B は、2つのモノポール素子 101, 10

50



2と、2つのモノポール素子101, 102間に接続され、2つのモノポール素子101, 102上の電流の積分値を実質的に零に設定する分布定数線路104とを備えるので、リアクタを用いずにダイポール素子10Bを電氣的に透明にできる。

【0076】

なお、線路1041~1043は、「第1の分布定数線路」を構成し、線路1044~1046は、「第2の分布定数線路」を構成する。

【0077】

その他は、実施の形態2と同じである。

【0078】

[実施の形態4]

図11は、実施の形態4によるダイポール素子の概略図である。実施の形態4によるダイポール素子10Cは、図9に示すダイポール素子10Aの分布定数線路103を分布定数線路105に代えたものであり、その他は、ダイポール素子10Aと同じである。

【0079】

分布定数線路105は、線路1051~1058からなる。線路1052, 1054, 1055, 1057は、モノポール素子101, 102に略平行に配置される。線路1051は、その一方端がモノポール素子101の一方端101Aに接続され、他方端が線路1052の一方端に接続される。線路1052は、その一方端が線路1051の他方端に接続され、他方端が線路1053の一方端に接続される。線路1053は、その一方端が線路1052の他方端に接続され、他方端が線路1054の一方端に接続される。

【0080】

線路1054は、その一方端が線路1053の他方端に接続され、他方端が線路1055の一方端に接続される。線路1055は、その一方端が線路1054の他方端に接続され、他方端が線路1056の一方端に接続される。線路1056は、その一方端が線路1055の他方端に接続され、他方端が線路1057の一方端に接続される。線路1057は、その一方端が線路1056の他方端に接続され、他方端が線路1058の一方端に接続される。線路1058は、その一方端が線路1057の他方端に接続され、他方端がモノポール素子102の一方端102Aに接続される。

【0081】

これにより、分布定数線路105は、モノポール素子101の一方端101Aとモノポール素子102の一方端102Aとの間に接続され、モノポール素子101, 102の右側にモノポール素子101, 102に略平行に配置される。即ち、分布定数線路105は、2つのモノポール素子101, 102間に接続され、モノポール素子101, 102の一方側に配置される。

【0082】

そして、線路1052, 1054, 1055, 1057の各々の長さL5は、例えば、0.125に設定される。その結果、分布定数線路105の全長は、0.5に設定される。この0.5は、モノポール素子101の全長とモノポール素子102の全長との和に略等しい。また、線路1051~1054の全長は、線路1055~1058の全長と等しく、0.25である。

【0083】

従って、ダイポール素子10Cにおいては、分布定数線路105の全長は、モノポール素子101の全長とモノポール素子102の全長との和に略等しいことを特徴とする。また、ダイポール素子10Cにおいて、分布定数線路105は、モノポール素子101, 102の一方側に配置され、モノポール素子101, 102の一方端101A, 102A(即ち、ダイポール素子10Cの中央点)から等しい長さL5だけモノポール素子101, 102に略平行に延伸することを特徴とする。

【0084】

ダイポール素子10Cにおいては、分布定数線路105は、その全長が0.5になり、モノポール素子101, 102に沿ってダイポール素子10Cの中央点から両側へ等し

10

20

30

40

50

い長さL5だけ延伸するように線路1052, 1054, 1055, 1057が等しい長さL5を有するため、線路1051~1054に流れる電流が線路1055~1058に流れる電流と打ち消し合う。即ち、分布定数線路105は、モノポール素子101, 102の全体に流れる電流の積分値を実質的に零に設定する。

【0085】

従って、ダイポール素子10Cは、電氣的に透明になる。

【0086】

実施の形態4によれば、ダイポール素子10Cは、2つのモノポール素子101, 102と、2つのモノポール素子101, 102間に接続され、2つのモノポール素子101, 102上の電流の積分値を実質的に零に設定する分布定数線路105とを備えるので、リアクタを用いずにダイポール素子10Cを電氣的に透明にできる。

10

【0087】

なお、線路1051~1054は、「第1の分布定数線路」を構成し、線路1055~1058は、「第2の分布定数線路」を構成する。

【0088】

また、上記においては、分布定数線路105は、モノポール素子101, 102の右側にモノポール素子101, 102に略平行に配置されると説明したが、この発明においては、これに限らず、分布定数線路105は、モノポール素子101, 102の左側にモノポール素子101, 102に略平行に配置されていてもよく、一般的には、分布定数線路105は、モノポール素子101, 102の一方側にモノポール素子101, 102に略

20

【0089】

その他は、実施の形態2と同じである。

【0090】

[応用例1]

実施の形態1~実施の形態4においては、電氣的に透明なダイポール素子10, 10A, 10B, 10Cについて説明した。即ち、ダイポール素子10, 10A, 10B, 10Cは、物理的には存在するが、所定の周波数(=500MHz)の電波に対しては電氣的に存在しない。つまり、ダイポール素子10, 10A, 10B, 10Cは、所定の周波数の電波をそのまま通過させる。

30

【0091】

そこで、この応用例1においては、ダイポール素子10, 10A, 10B, 10Cを直列に接続した電氣的に透明な導体線について説明する。

【0092】

図12は、図9に示すダイポール素子10Aを用いた導体線の概略図である。導体線200は、5個のダイポール素子10Aと、4個のスタブ線路210とを備える。5個のダイポール素子10Aは、4個のスタブ線路210によって直線状に直列に接続される。

【0093】

図13は、図12に示す導体線200の一部の拡大図である。スタブ線路210は、略コの字形状を有し、線路211~213からなる。線路211は、その一方端がダイポール素子10A-1におけるモノポール素子101の他方端101Bに接続され、他方端が線路212の一方端に接続される。

40

【0094】

線路212は、その一方端が線路211の他方端に接続され、他方端が線路213の一方端に接続される。線路213は、その一方端が線路212の他方端に接続され、他方端がダイポール素子10A-2におけるモノポール素子102の他方端102Bに接続される。

【0095】

線路211, 213の各々は、長さL6を有する。そして、長さL6は、例えば、0.25に設定される。その結果、スタブ線路210の全長は、約0.5である。

50

## 【0096】

従って、隣接する2個のダイポール素子10A-1, 10A-2は、約0.5の全長を有するスタブ線路210によって接続される。これにより、ダイポール素子10A-1, 10A-2の各々は、両端(モノポール素子101の他方端101Bおよびモノポール素子102の他方端102B)が開放された状態になる。つまり、導体線200は、単体における状態に維持されたダイポール素子10Aを複数個直列に接続した構造からなる。

## 【0097】

導体線200において、ダイオード素子10Aのモノポール素子101, 102の幅W2は、例えば、0.00214に設定される。また、隣接する2個のダイポール素子10A-1, 10A-2間の間隔d3は、例えば、0.0179に設定される。更に、隣接する2個のダイポール素子10A-1, 10A-2において、一方のダイポール素子10A-1のモノポール素子101の一方端101Aから他方のダイポール素子10A-2のモノポール素子102の他方端102Bまでの距離L7は、0.25に設定される。

10

## 【0098】

上述したように、スタブ線路210によって複数のダイポール素子10Aを直線状に接続することにより、導体線200は、電氣的に透明になる。

## 【0099】

なお、上記においては、4個のスタブ線路210によって5個のダイポール素子10Aを直線状に接続して導体線200を作製すると説明したが、この発明においては、これに限らず、ダイポール素子10Aおよびスタブ線路210の個数は、任意であってもよい。

20

## 【0100】

図14は、図10に示すダイポール素子10Bを用いた導体線の概略図である。導体線200Aは、5個のダイポール素子10Bと、5個のスタブ線路220とを備える。5個のダイポール素子10Bは、5個のスタブ線路220によって直線状に接続される。

## 【0101】

図15は、図14に示す導体線200Aの一部の拡大図である。スタブ線路220は、線路221~226からなる。線路221は、その一方端がダイポール素子10B-1におけるモノポール素子101の他方端101Bに接続され、他方端が線路222の一方端に接続される。

## 【0102】

線路222は、その一方端が線路221の他方端に接続され、他方端が線路223の一方端に接続される。線路223は、その一方端が線路222の他方端に接続され、他方端が線路224の一方端に接続される。線路224は、その一方端が線路223の他方端に接続され、他方端が線路225の一方端に接続される。線路225は、その一方端が線路224の他方端に接続され、他方端が線路226の一方端に接続される。線路226は、その一方端が線路225の他方端に接続され、他方端がダイポール素子10B-2におけるモノポール素子102の他方端102Bに接続される。

30

## 【0103】

線路221, 223, 224, 226の各々は、長さL8を有する。そして、長さL8は、例えば、0.125に設定される。その結果、スタブ線路220の全長は、約0.5である。

40

## 【0104】

従って、隣接する2個のダイポール素子10B-1, 10B-2は、約0.5の全長を有するスタブ線路220によって接続される。これにより、ダイポール素子10B-1, 10B-2の各々は、両端(モノポール素子101の他方端101Bおよびモノポール素子102の他方端102B)が開放された状態になる。つまり、導体線200Aは、単体における状態に維持されたダイポール素子10Bを複数個直列に接続した構造からなる。

## 【0105】

導体線200Aにおいて、ダイオード素子10Bのモノポール素子101, 102の幅

50

W2は、例えば、0.00214に設定される。また、隣接する2個のダイポール素子10B-1, 10B-2間の間隔d3は、例えば、0.0179に設定される。更に、隣接する2個のダイポール素子10B-1, 10B-2において、一方のダイポール素子10B-1のモノポール素子101の一方端101Aから他方のダイポール素子10B-2のモノポール素子102の他方端102Bまでの距離L7は、0.25に設定される。更に、分布定数線路104において、線路1043, 1044の全長L9は、0.25に設定される。

#### 【0106】

上述したように、スタブ線路220によって複数のダイポール素子10Bを直線状に接続することにより、導体線200Aは、電氣的に透明になる。

10

#### 【0107】

なお、上記においては、5個のスタブ線路220によって5個のダイポール素子10Bを直線状に接続して導体線200Aを作製すると説明したが、この発明においては、これに限らず、ダイポール素子10Bおよびスタブ線路220の個数は、任意であってもよい。

#### 【0108】

図16は、図11に示すダイポール素子10Cを用いた導体線の概略図である。導体線200Bは、5個のダイポール素子10Cと、4個のスタブ線路230とを備える。5個のダイポール素子10Cは、4個のスタブ線路230によって直線状に接続される。

#### 【0109】

20

図17は、図16に示す導体線200Bの一部の拡大図である。スタブ線路230は、線路231~237からなる。線路231は、その一方端がダイポール素子10C-1におけるモノポール素子102の他方端102Bに接続され、他方端が線路232の一方端に接続される。

#### 【0110】

線路232は、その一方端が線路231の他方端に接続され、他方端が線路233の一方端に接続される。線路233は、その一方端が線路232の他方端に接続され、他方端が線路234の一方端に接続される。線路234は、その一方端が線路233の他方端に接続され、他方端が線路235の一方端に接続される。線路235は、その一方端が線路234の他方端に接続され、他方端が線路236の一方端に接続される。線路236は、その一方端が線路235の他方端に接続され、他方端が線路237の一方端に接続される。線路237は、その一方端が線路236の一方端に接続され、他方端がダイポール素子10C-2におけるモノポール素子101の他方端101Bに接続される。

30

#### 【0111】

ダイポール素子10C-2における分布定数線路105の線路1053から線路233までの距離L10は、例えば、0.25に設定される。そして、線路232, 236の各々は、線路234の半分の長さを有する。その結果、スタブ線路230の全長は、約0.5になる。また、モノポール素子102と線路234との距離L11は、例えば、0.0268に設定される。

#### 【0112】

40

従って、隣接する2個のダイポール素子10C-1, 10C-2は、約0.5の全長を有するスタブ線路230によって接続される。これにより、ダイポール素子10C-1, 10C-2の各々は、両端(モノポール素子101の他方端101Bおよびモノポール素子102の他方端102B)が開放された状態になる。つまり、導体線200Bは、単体における状態に維持されたダイポール素子10Cを複数個直列に接続した構造からなる。

#### 【0113】

導体線200Bにおいて、ダイオード素子10Cのモノポール素子101, 102の幅W2は、例えば、0.00214に設定される。また、隣接する2個のダイポール素子10C-1, 10C-2間の間隔d3は、例えば、0.0179に設定される。

50

## 【 0 1 1 4 】

上述したように、スタブ線路 2 3 0 によって複数のダイポール素子 1 0 C を直線状に接続することにより、導体線 2 0 0 B は、電氣的に透明になる。

## 【 0 1 1 5 】

なお、上記においては、4 個のスタブ線路 2 3 0 によって 5 個のダイポール素子 1 0 C を直線状に接続して導体線 2 0 0 B を作製すると説明したが、この発明においては、これに限らず、ダイポール素子 1 0 C およびスタブ線路 2 3 0 の個数は、任意であってもよい。

## 【 0 1 1 6 】

なお、上記においては、ダイポール素子 1 0 A , 1 0 B , 1 0 C を直線状に接続して電氣的に透明な導体線を作製すると説明したが、この発明においては、これに限らず、ダイポール素子 1 0 A , 1 0 B , 1 0 C を曲線状に接続して電氣的に透明な導体線を作製してもよい。

## 【 0 1 1 7 】

また、図 1 に示すダイポール素子 1 0 を直線状または曲線状に接続して電氣的に透明な導体線を作製してもよい。

## 【 0 1 1 8 】

上述した導体線 2 0 0 , 2 0 0 A , 2 0 0 B が電氣的に透明であることを確認する実験について説明する。図 1 8 は、図 1 6 に示す導体線 2 0 0 B が電氣的に透明であることを確認する実験の概略図である。給電ダイポール 1 2 0 を導体線 2 0 0 B から 0 . 5 の位置に導体線 2 0 0 B に略平行に配置する。給電ダイポール 1 2 0 は、0 . 0 2 の幅 W 3 と、0 . 5 の長さ L 1 2 とを有する。

## 【 0 1 1 9 】

給電ダイポール 1 2 0 に給電し、給電ダイポール 1 2 0 の入力インピーダンス、H 面指向性、および導体線 2 0 0 B に流れる電流分布を測定する。

## 【 0 1 2 0 】

なお、図 1 8 における番号は、導体線 2 0 0 B における電流分布を測定する位置を示す。

## 【 0 1 2 1 】

図 1 8 に示す実験系を用いて、導体線 2 0 0 B の代わりに導体線 2 0 0 , 2 0 0 A を設置し、導体線 2 0 0 , 2 0 0 A が電氣的に透明であることを確認する実験も行なった。

## 【 0 1 2 2 】

図 1 9 は、図 1 2 に示す導体線 2 0 0 における電流分布の測定位置を示す図である。図 1 8 に示す実験系において、導体線 2 0 0 B の代わりに導体線 2 0 0 を設置し、図 1 9 に示す番号の位置で導体線 2 0 0 の電流分布が測定された。

## 【 0 1 2 3 】

表 1 は、導体線 2 0 0 , 2 0 0 B を給電ダイポール 1 2 0 の近くに設置した場合の入力インピーダンスを示す。

## 【 0 1 2 4 】

## 【表 1】

波長	0.99 $\lambda$		0.70 $\lambda$	
	Rin[ $\Omega$ ]	Zin[ $\Omega$ ]	Rin[ $\Omega$ ]	Zin[ $\Omega$ ]
dipole alone	86.219	20.099	362.446	91.657
type 1	85.945	19.472	<b>362.418</b>	<b>91.685</b>
type 2	<b>86.123</b>	<b>20.067</b>	365.283	91.348
type open	86.524	20.497	364.58	94.992

## 【 0 1 2 5 】

なお、表 1 において、“ d i p o l e a l o n e ” は、給電ダイポール 1 2 0 を単体

10

20

30

40

50

で設置した場合を示し、“type 1”は、図16に示す導体線200Bを給電ダイポール120の近くに設置した場合を示し、“type 2”は、図12に示す導体線200を給電ダイポール120の近くに設置した場合を示し、“type open”は、図12に示す導体線200からスタブ線路210を削除したものを給電ダイポール120の近くに設置した場合を示す。

【0126】

表1の結果から、導体線200Bにおいて、給電ダイポール120の指向性への影響が最も小さくなる周波数の波長は、0.70であり、導体線200において、給電ダイポール120の指向性への影響が最も小さくなる周波数の波長は、0.99である。

【0127】

従って、導体線200, 200Bを給電ダイポール120の近くに設置すると、給電ダイポール120は、それぞれ、0.99および0.70の波長において“type open”の導体線が近くに設置された場合よりも、単独で設置された場合の入力インピーダンスに近い入力インピーダンスを有する。

【0128】

図20は、H面指向性を示す図である。図20の(a)は、指向性への影響が最小になる周波数の波長が0.99である場合を示し、図20の(b)は、指向性への影響が最小になる周波数の波長が0.70である場合を示し、図20の(c)は、導体線200を用いた場合と導体線200Aを用いた場合の比較を示す。

【0129】

図20の(a), (b), (c)において、縦軸は、利得を表し、横軸は、位相角を表す。なお、図20の(c)の“type 3”は、図14に示す導体線200Aを給電ダイポール120の近くに設置した場合を示す。

【0130】

指向性への影響が最小になる周波数の波長が0.99である場合、図12に示す導体線200(“type 2”)を給電ダイポール120の近くに設置した場合が最も“dipole alone”に近い(図20の(a)参照)。

【0131】

また、指向性への影響が最小になる周波数の波長が0.70である場合、図16に示す導体線200B(“type 1”)を給電ダイポール120の近くに設置した場合が最も“dipole alone”に近い(図20の(b)参照)。

【0132】

更に、図14に示す導体線200Aを給電ダイポール120の近くに設置した場合(“type 3”)、交差偏波成分の発生が図12に示す導体線200を給電ダイポール120の近くに設置した場合(“type 2”)よりも強い(図20の(c)参照)。これは、リアクタに相当する水平部の電流が打ち消し合わないためである。

【0133】

図21は、導体線における電流分布を示す図である。図21の(a), (b)は、図16に示す導体線200Bにおける電流分布を示し、図21の(c), (d)は、図12に示す導体線200における電流分布を示す。

【0134】

また、図21の(a), (c)は、指向性への影響が最小になる周波数の波長が0.99である場合を示し、図21の(b), (d)は、指向性への影響が最小になる周波数の波長が0.70である場合を示す。

【0135】

更に、図21の(a)~(d)において、斜線領域は、導体線における水平部を示し、斜線が施されていない領域は、導体線における垂直部を示す。更に、図21の(a)~(d)において、縦軸は、電流および位相を表し、横軸は、導体線における位置を表す。

【0136】

図12に示す導体線200においては、ダイポールに相当する垂直部の電流の向きが途

10

20

30

40

50

中で反転しており、電氣的透明化の動作を確認できる。また、リアクタに相当する水平部の電流がダイポールに相当する垂直部の電流に比べて大きい、折り返されているので、打ち消されている（図21の(c), (d)参照）。

【0137】

図16に示す導体線200Bにおいては、隣り合う垂直部に流れる電流は小さく、折り返し部に大きな電流が流れている。折り返しの周期構造により、導体線200B全体で電流が打ち消し合っていることが解った（図21の(a), (b)参照）。

【0138】

上述したように、電流を打ち消し合う動作が図12に示す導体線200と図16に示す導体線200Bとは異なる。図12に示す導体線200では、周期長 =  $0.25$  の2本分が半波長ダイポールに相当するため、約  $0.25$  の波長の周波数で導体線200の電氣的透明化の条件が満たされる（図21の(c)参照）。

【0139】

一方、図16に示す導体線200Bでは、 $0.25$  の3倍の周期長が波長となる周波数で電流が打ち消されるため、 $0.25$  の波長の約  $4/3$  倍の周波数で導体線200Bの電氣的透明化の条件が満たされる（図21の(b)参照）。

【0140】

上述した導体線200, 200A, 200Bの各々は、例えば、バラクタダイオードを用いて電氣的に指向性を切替えるアレーアンテナの給電線として用いられる。

【0141】

図22は、電氣的に指向性を切替え可能なアレーアンテナの概略図である。アレーアンテナ70は、アンテナ素子71~77と、バラクタダイオード81~86と、導体線91~96とを備える。

【0142】

アンテナ素子71~76は、無給電素子であり、アンテナ素子77は、給電素子である。アンテナ素子71~76は、アンテナ素子77の周りに略円形に等間隔に配置される。そして、アレーアンテナ70が送受信する電波の波長を  $\lambda$  とした場合、無給電素子であるアンテナ素子71~76と、給電素子であるアンテナ素子77との間隔は、例えば、 $(\lambda/4)$  に設定される。

【0143】

バラクタダイオード81~86は、それぞれ、アンテナ素子71~76と、接地ノードGNDとの間に接続される。これにより、バラクタダイオード81~86は、それぞれ、無給電素子であるアンテナ素子71~76に装荷される。

【0144】

導体線91~96は、それぞれ、バラクタダイオード81~86に接続される。そして、導体線91~96の各々は、上述した導体線200, 200A, 200Bのいずれかからなる。

【0145】

導体線91~96は、直流電源（図示せず）から直流電圧を受け、その受けた直流電圧をそれぞれバラクタダイオード81~86に印加する。そして、バラクタダイオード81~86に印加される直流電圧は、例えば、0Vまたは-20Vからなる。

【0146】

バラクタダイオード81~86は、0Vの直流電圧が印加されると、容量が最大になり、リアクタンス値が最小になる。また、バラクタダイオード81~86は、-20Vの直流電圧が印加されると、容量が最小になり、リアクタンス値が最大になる。

【0147】

従って、無給電素子であるアンテナ素子71~76に装荷されたバラクタダイオード81~86に印加する直流電圧を0Vまたは-20Vに制御することにより、アレーアンテナ20は、その指向性が変えられる。

【0148】

10

20

30

40

50

より具体的には、0 Vの直流電圧を導体線91を介してバラクタダイオード81に印加し、-20 Vの直流電圧を導体線92~96を介してそれぞれバラクタダイオード82~86に印加すると、アレーアンテナ70は、アンテナ素子77からアンテナ素子71へ向かう方向にビームを放射する。また、0 Vの直流電圧を導体線92を介してバラクタダイオード82に印加し、-20 Vの直流電圧を導体線91, 93~96を介してそれぞれバラクタダイオード81, 83~86に印加すると、アレーアンテナ70は、アンテナ素子77からアンテナ素子72へ向かう方向にビームを放射する。

【0149】

このように、バラクタダイオード81~86に印加する直流電圧を制御することにより、アレーアンテナ70の指向性を変えられる。

10

【0150】

そして、直流電圧を導体線91~96を介してそれぞれバラクタダイオード81~86に印加した場合、導体線91~96は、電氣的に透明な導体線200, 200A, 200Bのいずれかからなるので、無給電素子であるアンテナ素子71~76に電氣的な影響を与えない。

【0151】

従って、上述した導体線200, 200A, 200Bを用いれば、アレーアンテナ70において、DC的に導通したまま、RF的影響を無くすることができる。

【0152】

[応用例2]

20

図23は、図14に示す導体線200Aを用いた電波フィルタの概略図である。電波フィルタ300は、10本の導体線200Aを備える。10本の導体線200Aは、略平行に配置される。

【0153】

この場合、導体線200Aを構成するダイポール素子10B(図10参照)は、方向DR2へ直線状に接続される。

【0154】

そうすると、垂直偏波が電波フィルタ300へ到来した場合、導体線200Aが透明となる周波数の電波に影響を与えないため、透過するが、それ以外の周波数の電波に対しては導体線200Aに電流が流れ、それを遮断する。また、図23に示すように、電波フィルタ300に導体線200Aを用いた場合、図20(c)に示したように、交差偏波の発生がわずかにある。導体線200Aが平面上に並ぶ場合、交差偏波は、鏡の原理により、波源の対称点にフォーカスし強め合う。これを利用して、垂直偏波の波源に対して図23に示すように電波フィルタ300を設置することにより、対称点で交差偏波を受信することができる。

30

【0155】

なお、電波フィルタ300においては、図10に示すダイポール素子10Bを用いたが、この発明においては、これに限らず、図1、図9および図11にそれぞれ示すダイポール素子10, 10A, 10Cのいずれかを用いて電波フィルタを作製してもよく、ダイポール素子10, 10A, 10B, 10Cの中から選択された異なる2種類以上のダイポール素子を用いて電波フィルタを作製してもよい。

40

【0156】

そして、ダイポール素子10, 10A, 10Cのいずれかを用いて電波フィルタを作製した場合、またはダイポール素子10, 10A, 10B, 10Cの中から選択された異なる2種類以上のダイポール素子を用いて電波フィルタを作製した場合、電波フィルタは、透明となる周波数の電波を透過し、それ以外の周波数の電波を遮断する。

【0157】

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。本発明の範囲は、上記した実施の形態の説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれる

50



ことが意図される。

【産業上の利用可能性】

【0158】

この発明は、チップ部品が不要である電氣的に透明なダイポール素子に適用される。また、この発明は、チップ部品が不要である電氣的に透明なダイポール素子を備えた導体線に適用される。更に、この発明は、チップ部品が不要である電氣的に透明なダイポール素子を備えた電波フィルタに適用される。

【図面の簡単な説明】

【0159】

【図1】この発明の実施の形態1によるダイポール素子の概略図である。

10

【図2】図1に示すダイポール素子の一部分の拡大図である。

【図3】図2に示す線III-III間における断面図である。

【図4】実験Iの概略図である。

【図5】図4に示す実験Iにおいて測定された入力インピーダンスを示す図である。

【図6】図4に示す実験Iにおいて測定されたH面指向性を示す図である。

【図7】実験IIの概略図である。

【図8】図7に示す実験IIにおいて測定された電流分布を示す図である。

【図9】実施の形態2によるダイポール素子の概略図である。

【図10】実施の形態3によるダイポール素子の概略図である。

【図11】実施の形態4によるダイポール素子の概略図である。

20

【図12】図9に示すダイポール素子を用いた導体線の概略図である。

【図13】図12に示す導体線の一部の拡大図である。

【図14】図10に示すダイポール素子を用いた導体線の概略図である。

【図15】図14に示す導体線の一部の拡大図である。

【図16】図11に示すダイポール素子を用いた導体線の概略図である。

【図17】図16に示す導体線の一部の拡大図である。

【図18】図16に示す導体線が電氣的に透明であることを確認する実験の概略図である。

【図19】図12に示す導体線における電流分布の測定位置を示す図である。

【図20】H面指向性を示す図である。

30

【図21】導体線における電流分布を示す図である。

【図22】電氣的に指向性を切換え可能なアレーアンテナの概略図である。

【図23】図14に示す導体線を用いた電波フィルタの概略図である。

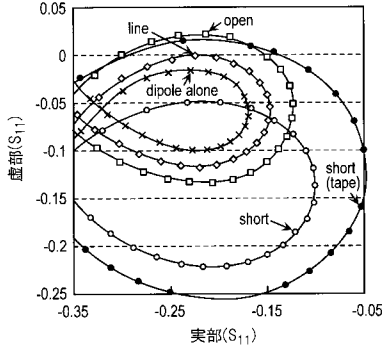
【符号の説明】

【0160】

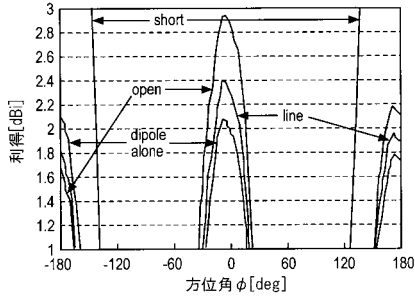
1, 2, 101, 102 モノポール素子、1A, 2A, 101A, 102A 一方端、1B, 2B, 101B, 102B 他方端、3, 103~105 分布定数線路、4 プリント基板、4A 一主面、10, 10A, 10A-1, 10A-2, 10B, 10B-1, 10B-2, 10C, 10C-1, 10C-2 ダイポール素子、11, 21 切欠部、12, 13, 22, 23 狭幅部、20 給電ダイポール、20A 給電部、30 給電コネクタ、31~37, 211~213, 221~226, 231~237, 1031~1033, 1041~1046, 1051~1058 線路、40 整合調整スライド、50 ネットワークアナライザ、60 磁界プローブ、70 アレーアンテナ、71~77 アンテナ素子、81~86 バラクタダイオード、91~96, 200, 200A, 200B 導体線、210, 220, 230 スタブ線路、300 電波フィルタ。

40

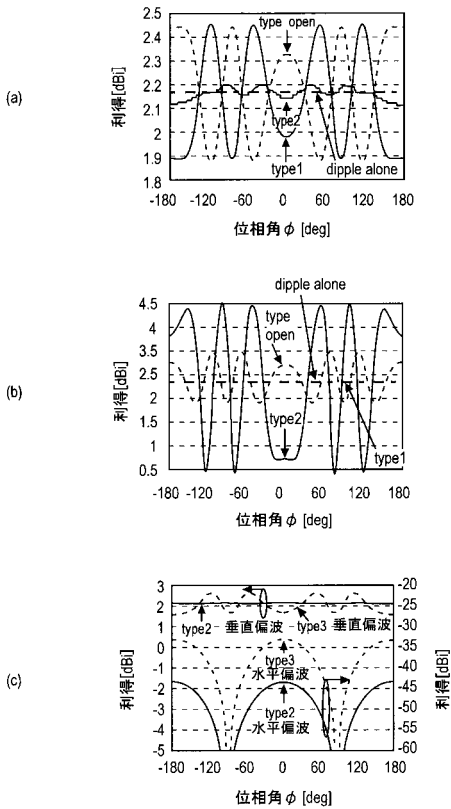
【 図 5 】



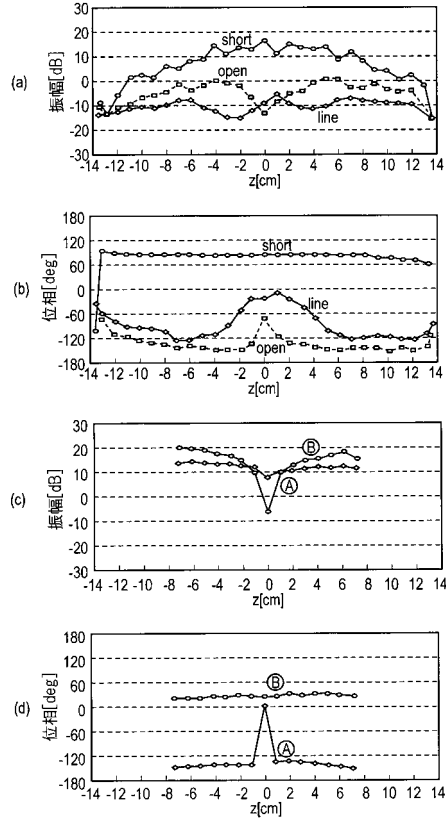
【 図 6 】



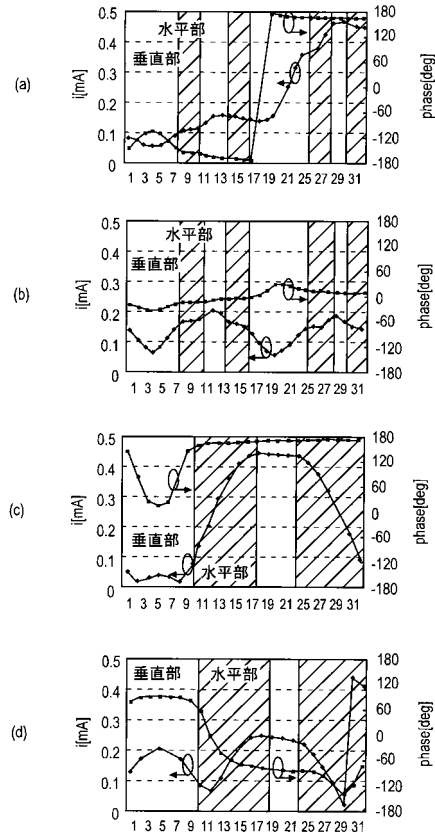
【 図 20 】



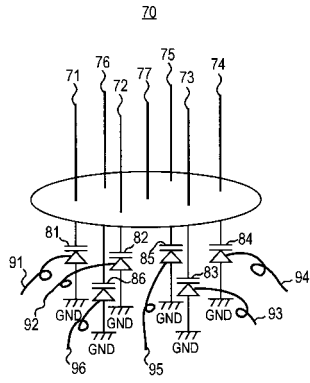
【 図 8 】



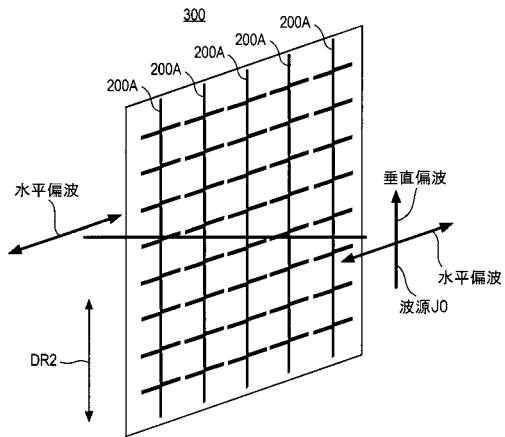
【 図 21 】



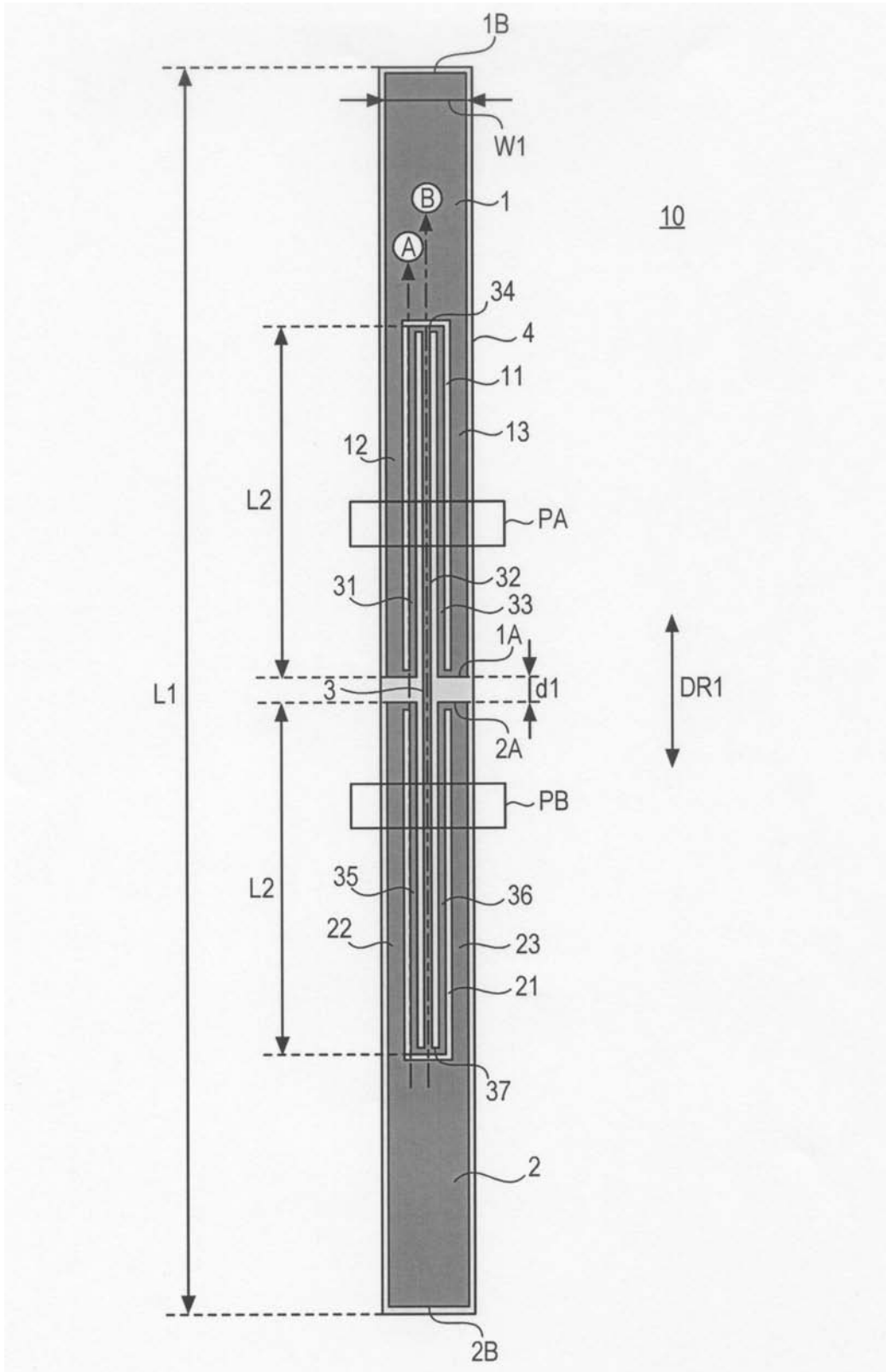
【 図 2 2 】



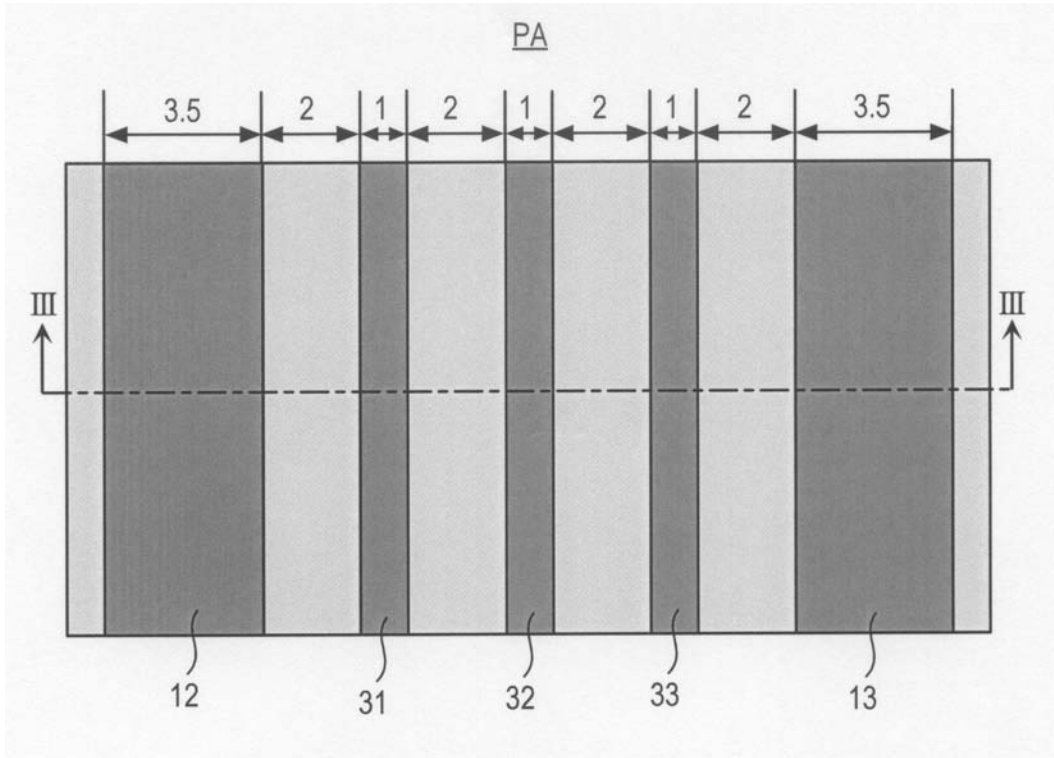
【 図 2 3 】



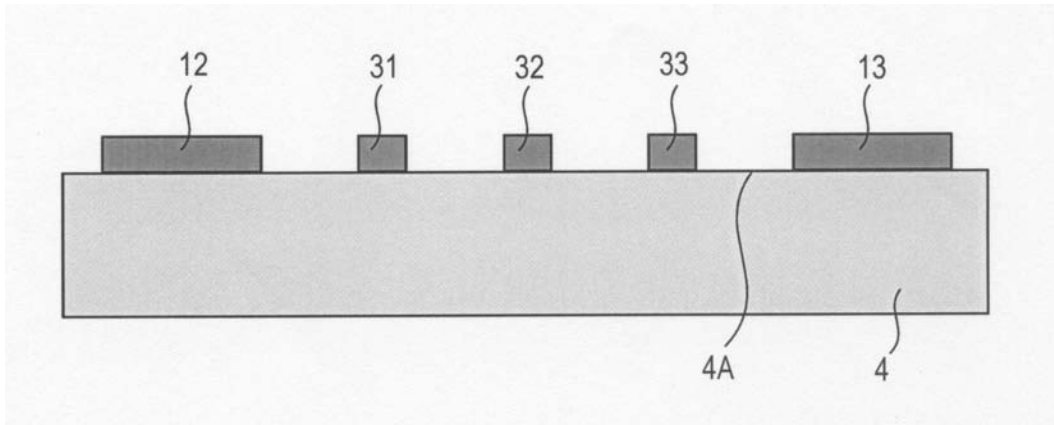
【 図 1 】



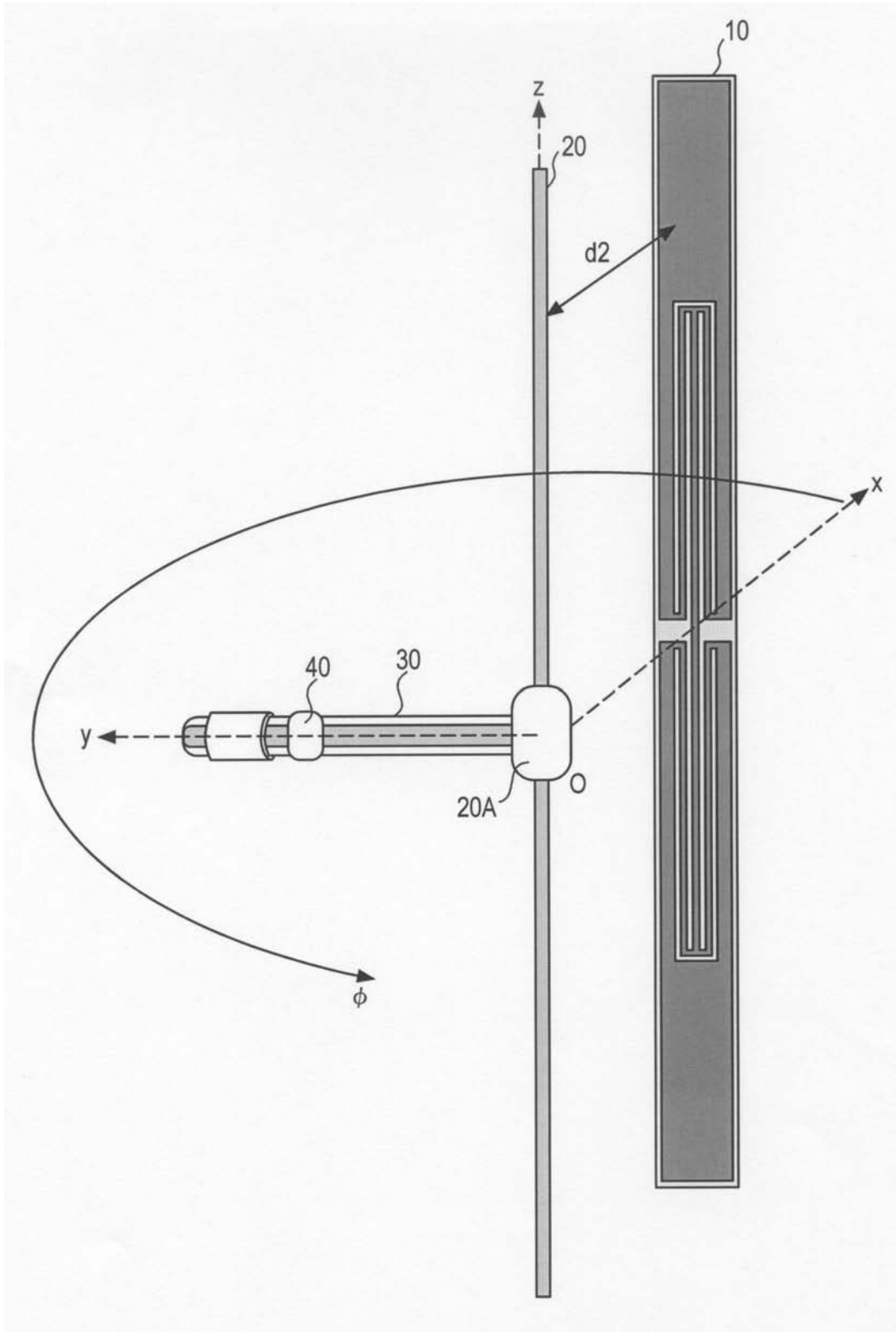
【 図 2 】



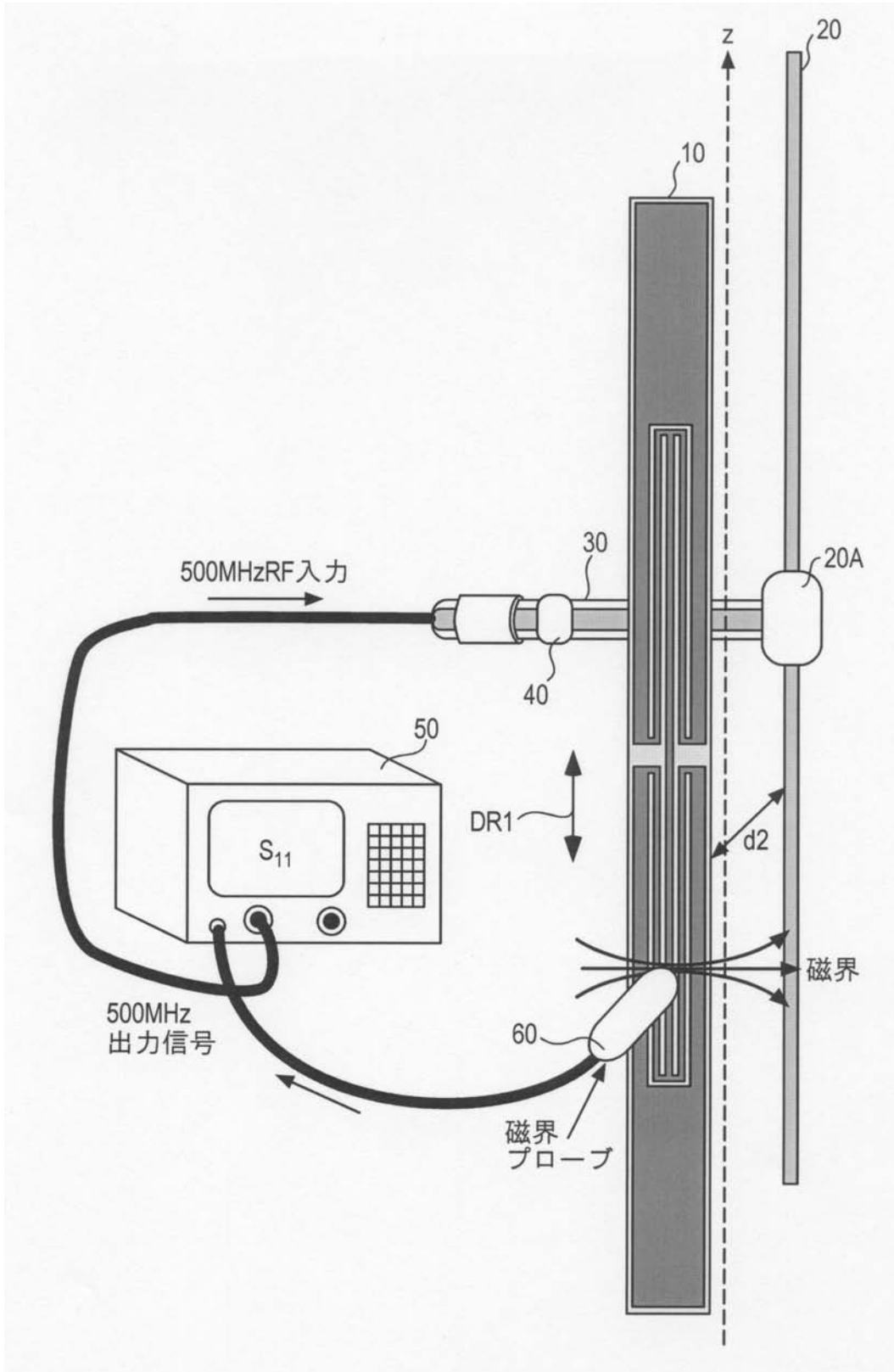
【 図 3 】



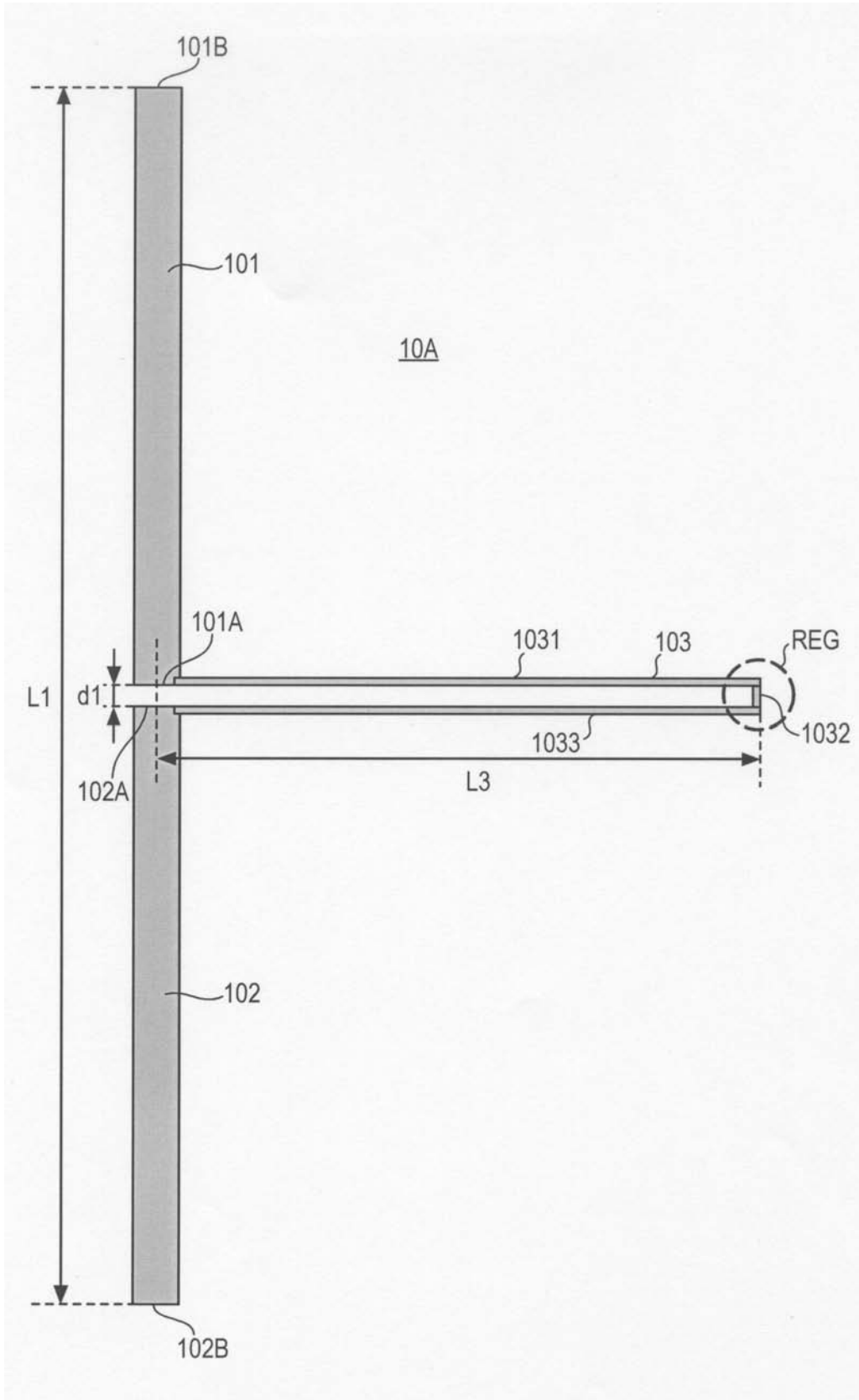
【 図 4 】



【図7】

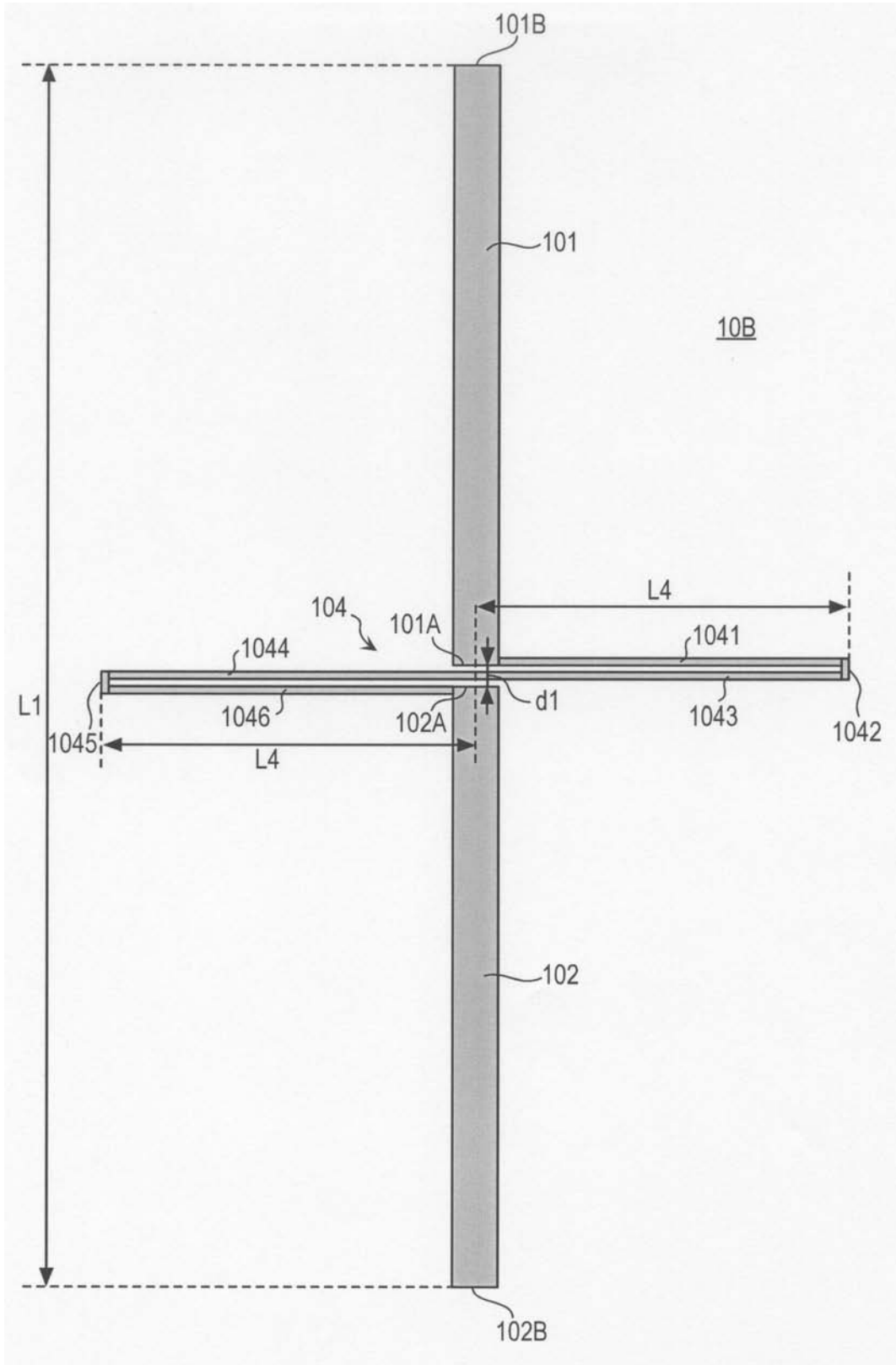


【図9】

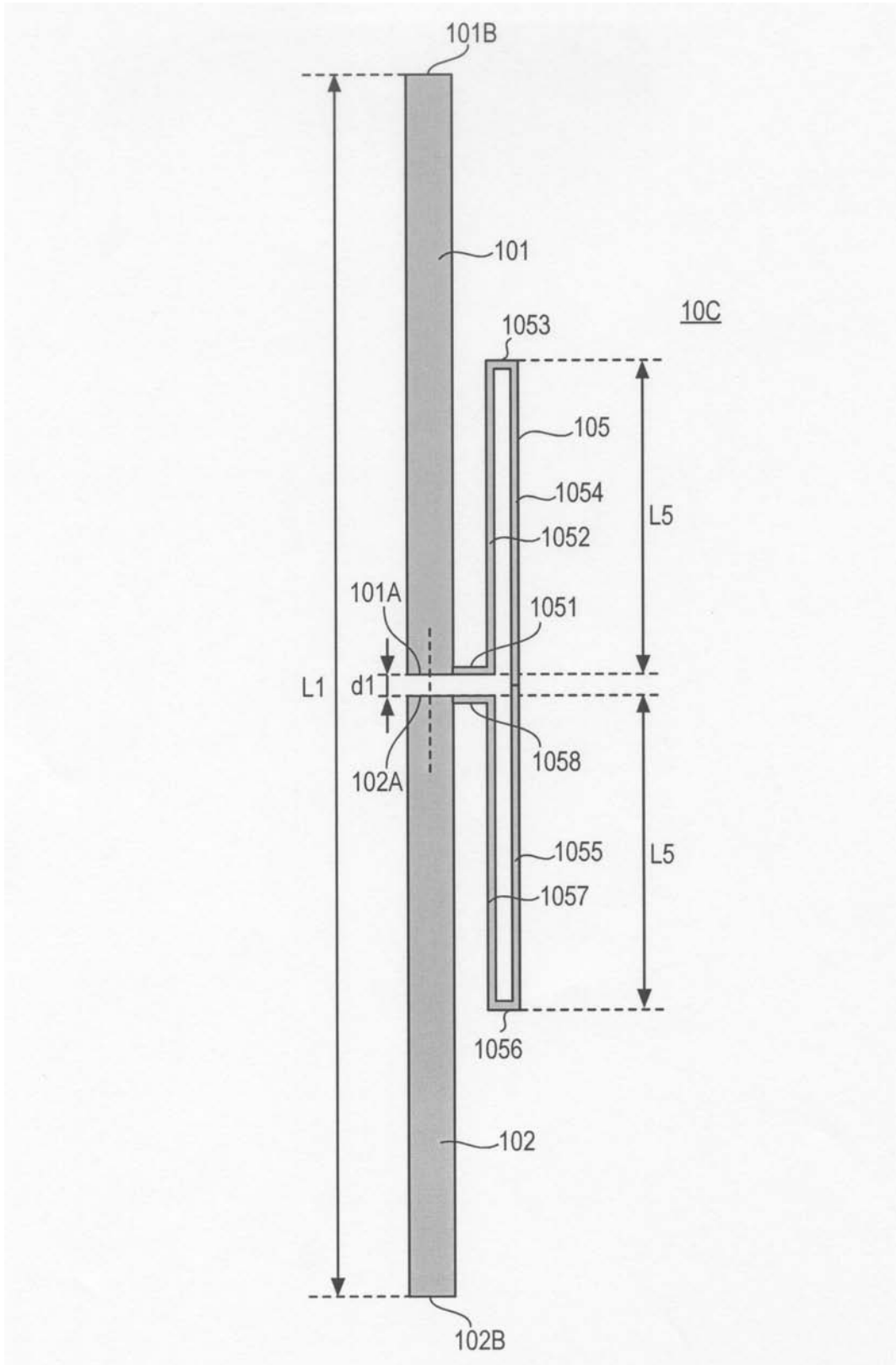




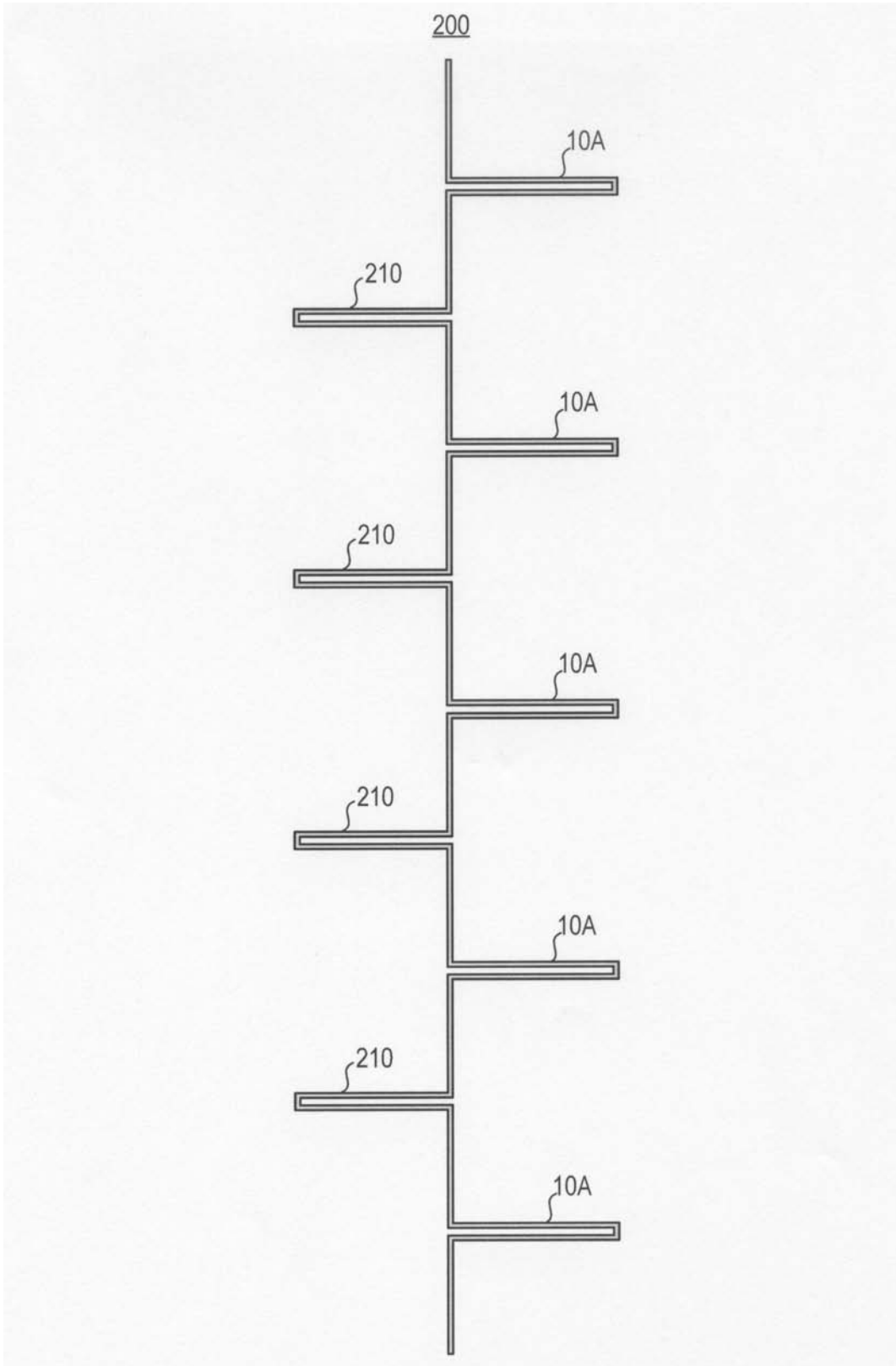
【 図 10 】



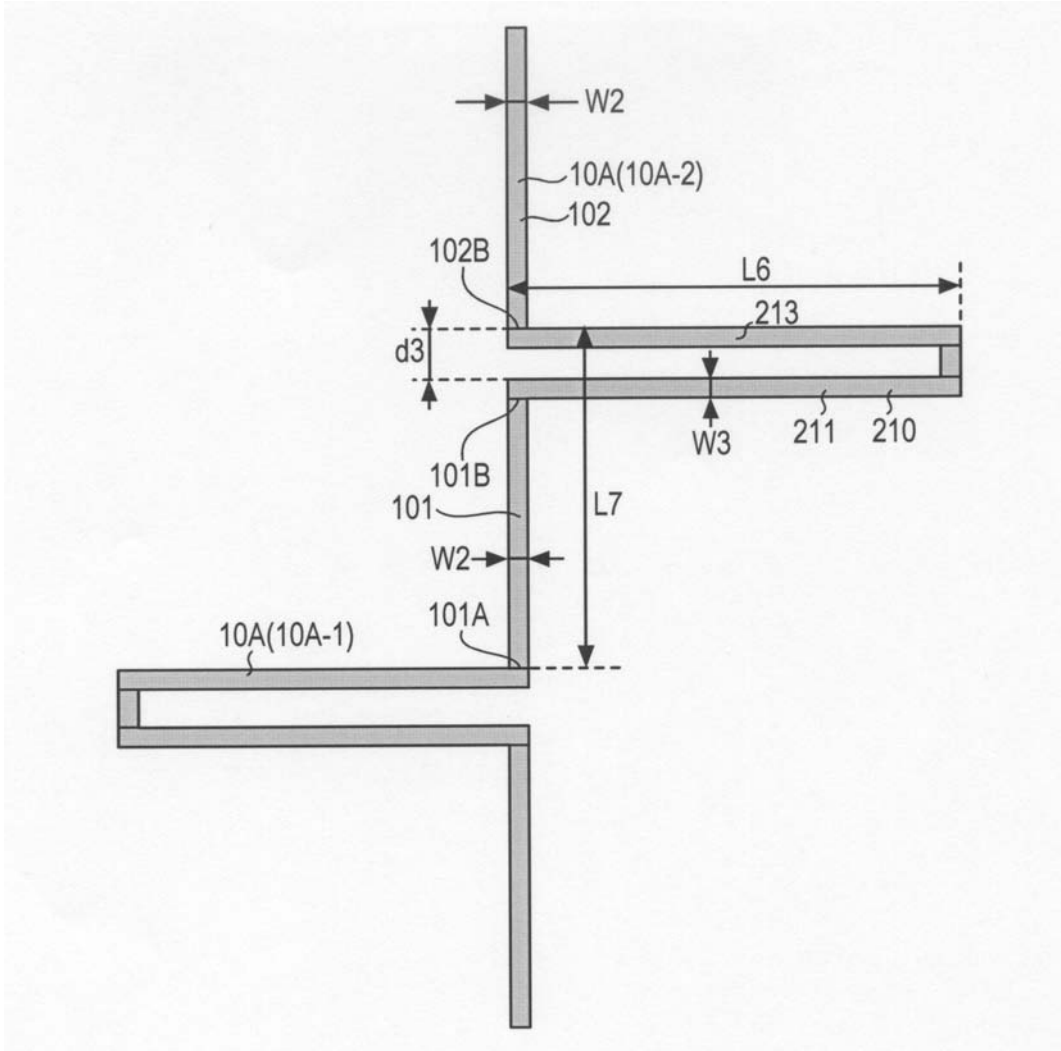
【図 11】



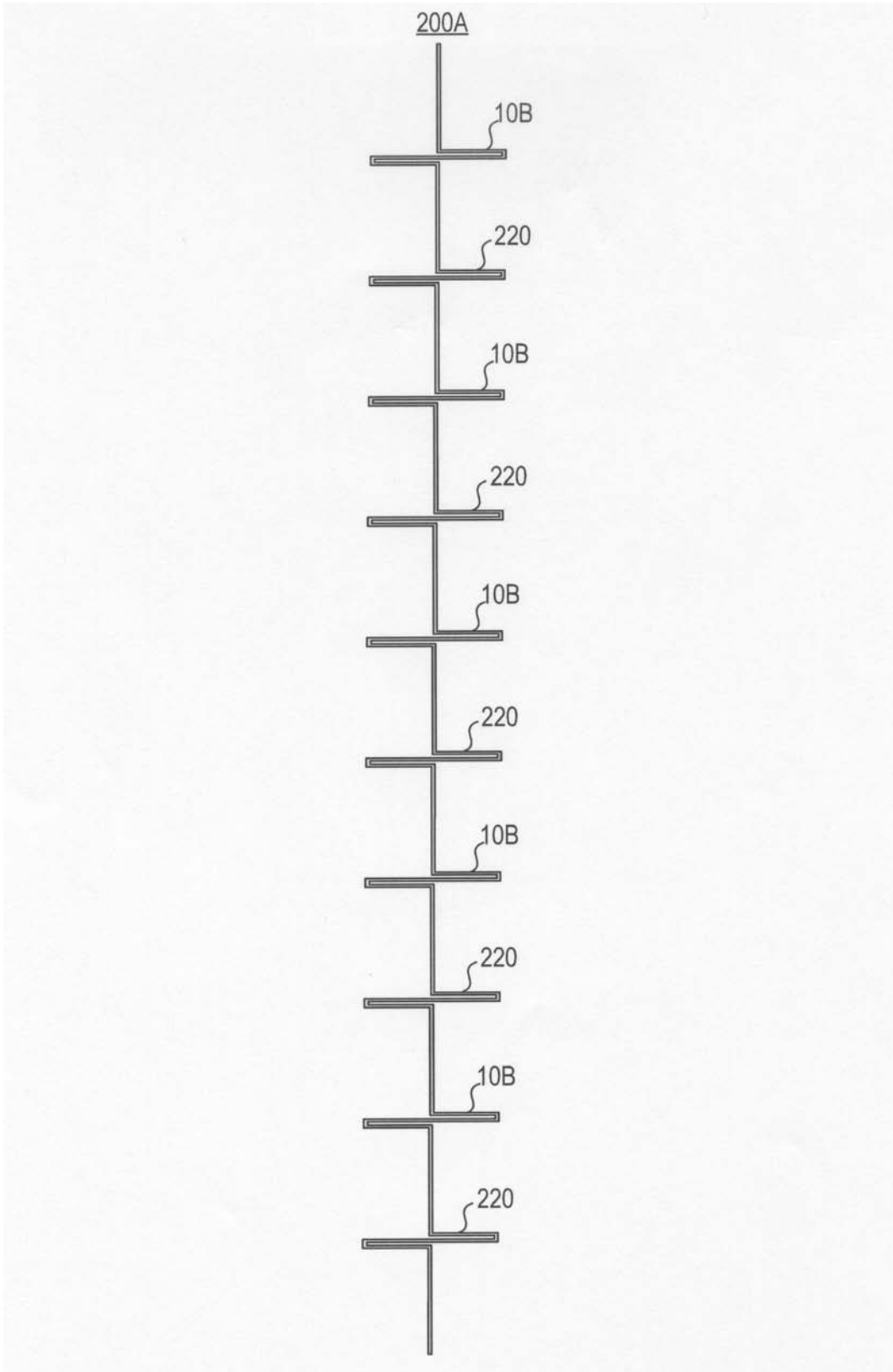
【 図 1 2 】



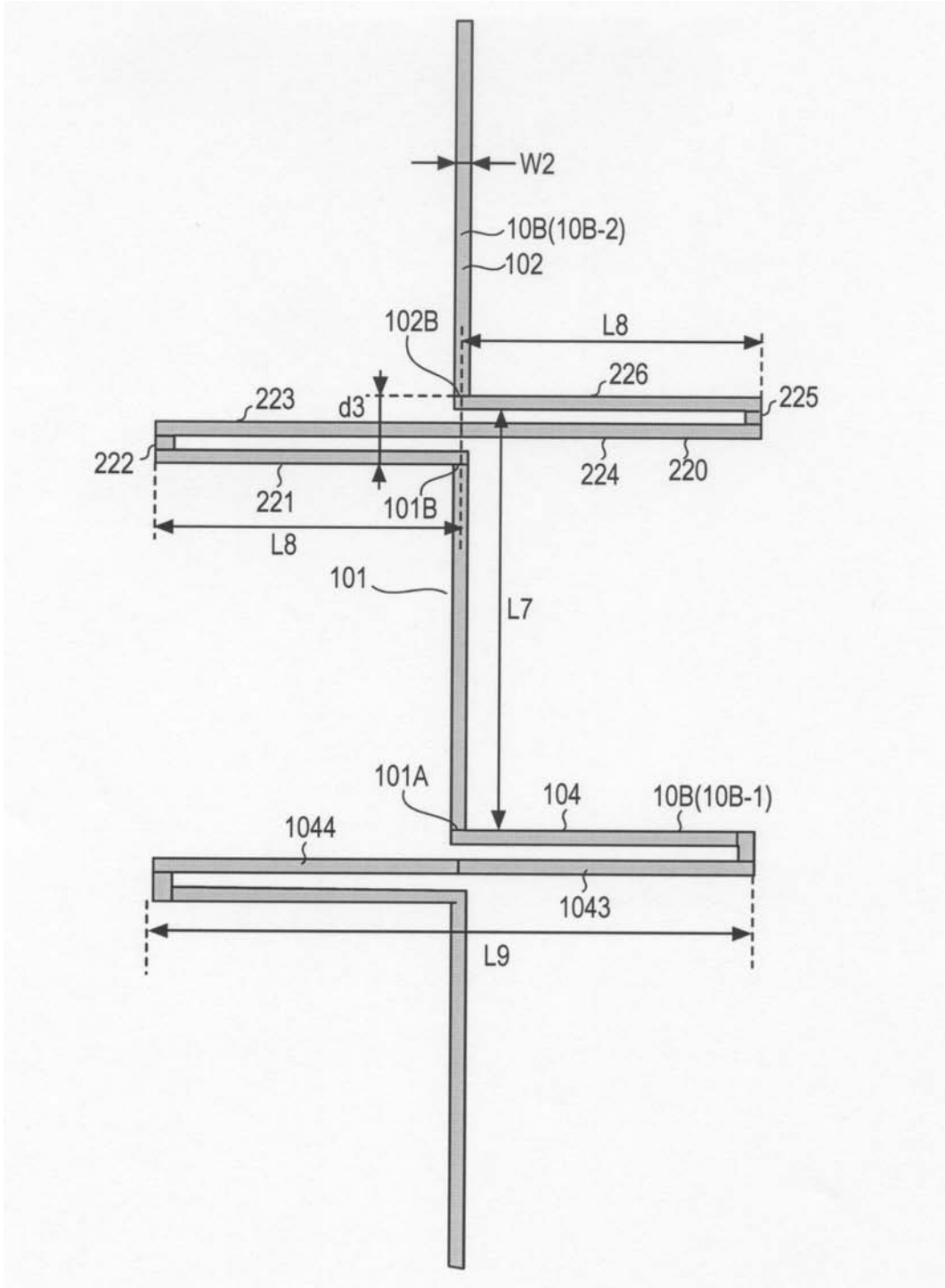
【 図 13 】



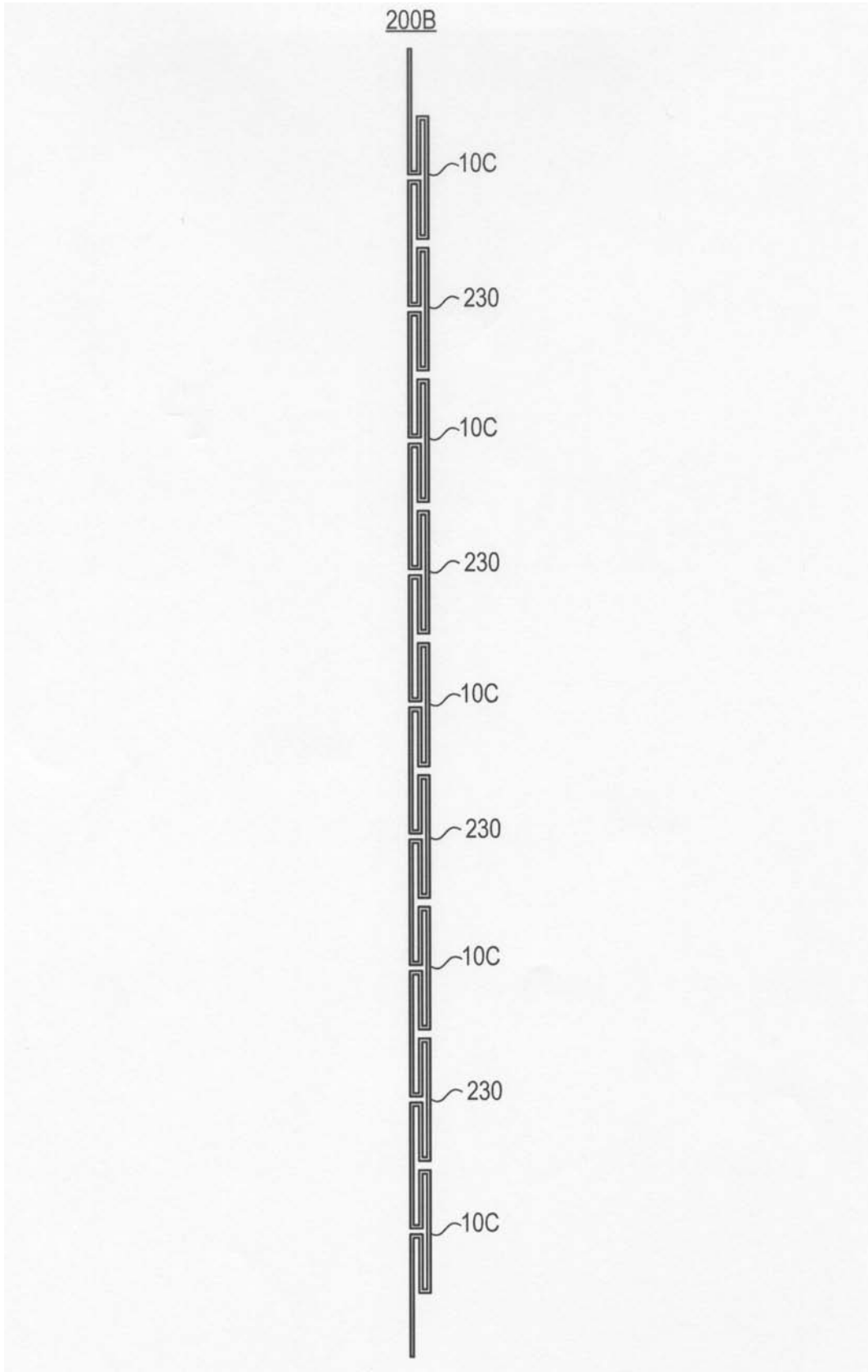
【 図 1 4 】



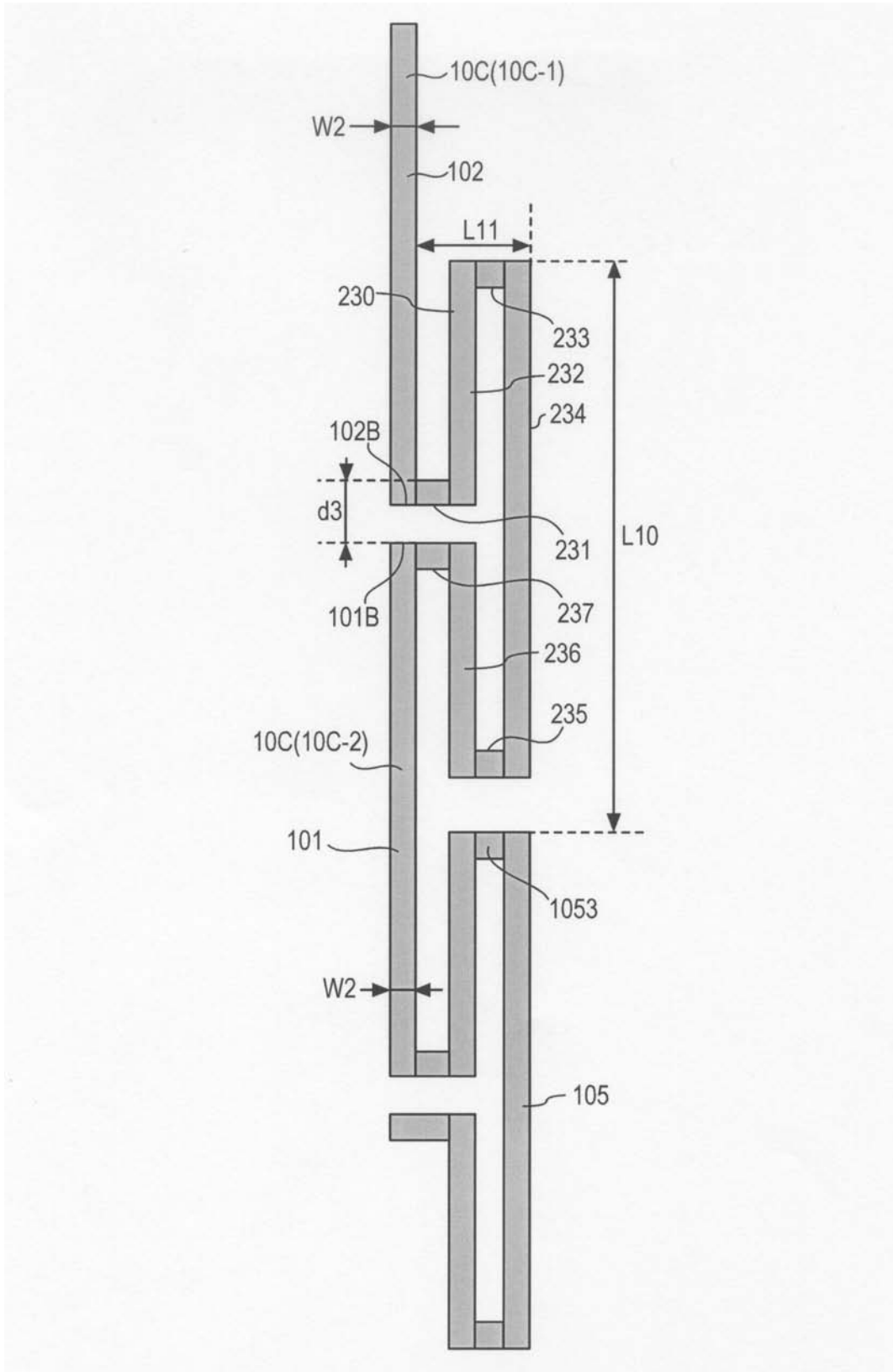
【 図 15 】



【 図 16 】



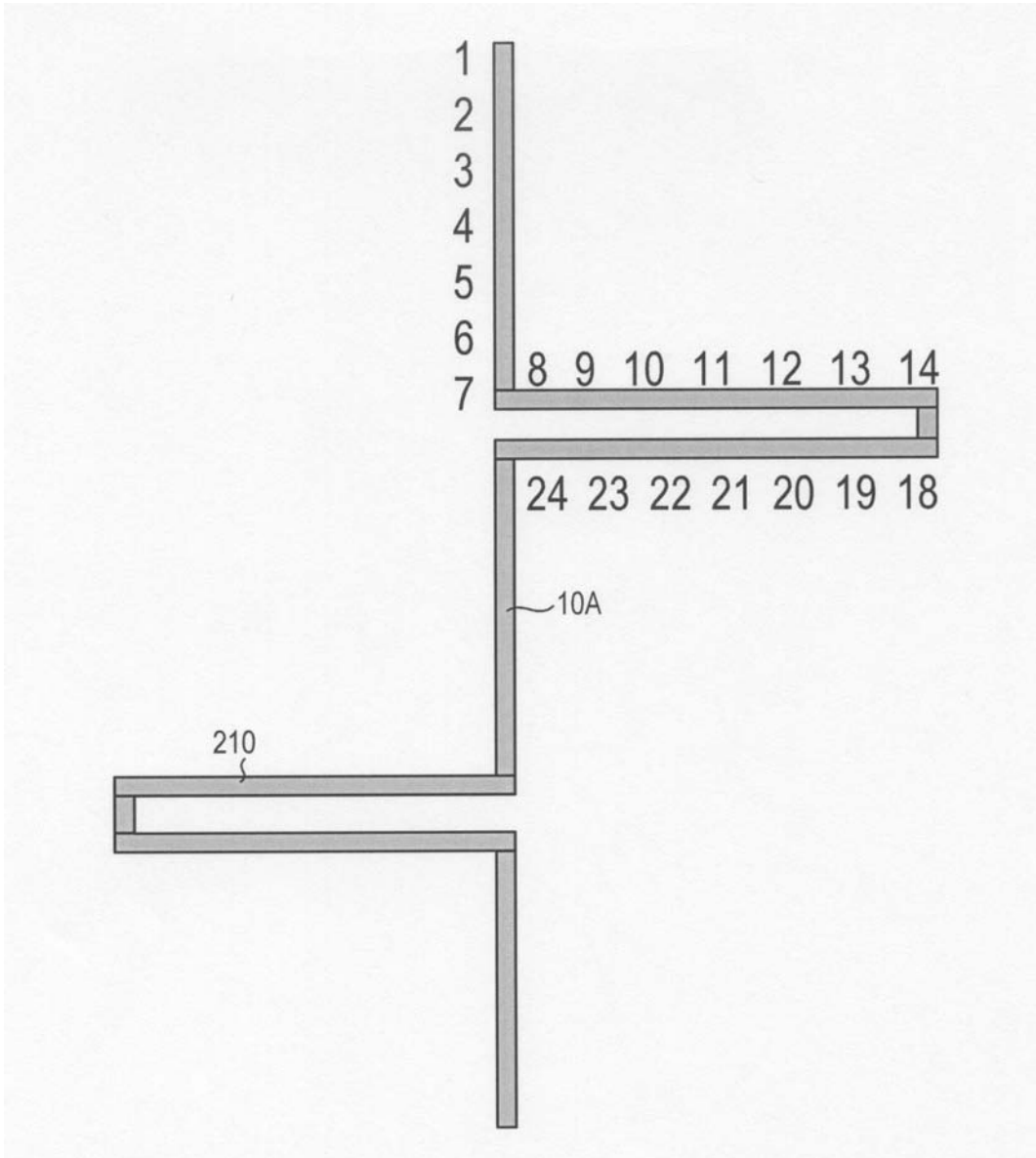
【 図 17 】







【 図 19 】



## フロントページの続き

(72)発明者 韓 青

京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内

(72)発明者 大平 孝

京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内

(72)発明者 太郎丸 眞

京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内

審査官 麻生 哲朗

(56)参考文献 特開2005-020156(JP,A)

特開昭62-213305(JP,A)

特開2004-221971(JP,A)

特開2004-128600(JP,A)

特開2003-309417(JP,A)

特開平08-181526(JP,A)

特開2003-069282(JP,A)

特開平06-104627(JP,A)

特開2000-068675(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01Q 15/14

H01Q 3/44

H01Q 15/22