

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4489113号
(P4489113)

(45) 発行日 平成22年6月23日(2010.6.23)

(24) 登録日 平成22年4月9日(2010.4.9)

(51) Int.Cl.		F I	
HO 1 P	7/08	(2006.01)	HO 1 P 7/08
HO 1 P	1/02	(2006.01)	HO 1 P 1/02 B
HO 1 P	3/08	(2006.01)	HO 1 P 3/08
HO 1 P	1/203	(2006.01)	HO 1 P 1/203

請求項の数 7 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2007-304571 (P2007-304571)	(73) 特許権者	000003078
(22) 出願日	平成19年11月26日(2007.11.26)		株式会社東芝
(65) 公開番号	特開2009-130699 (P2009-130699A)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(43) 公開日	平成21年6月11日(2009.6.11)	(74) 代理人	100088487
審査請求日	平成19年11月26日(2007.11.26)		弁理士 松山 允之
(出願人による申告) 国等の委託研究の成果に係る特許出願(平成19年度総務省「電波資源拡大のための研究開発」委託研究、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願)		(74) 代理人	100119035
			弁理士 池上 徹真
		(72) 発明者	塩川 教次
			東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
		(72) 発明者	加屋野 博幸
			東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
		審査官	岸田 伸太郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 共振器およびフィルタ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

曲がり部を有する導体線路を備える伝送線路で構成される共振器であって、前記伝送線路がストリップライン構造またはマイクロストリップライン構造を有し、前記導体線路の前記曲がり部に、前記導体線路の伸長方向に沿った複数本のスリットが設けられ、

前記スリット間にある線路の線幅が、前記曲がり部の外側から内側に向かうに従って細くなっていることを特徴とする共振器。

【請求項2】

前記導体線路の両縁端部には、前記スリットが設けられていないことを特徴とする請求項1に記載の共振器。

【請求項3】

前記スリットの長さが、前記共振器の共振周波数における電気長にして45度以上90度以下であって、前記スリットの長さ方向の略中央部が、前記曲がり部の略中央部に位置することを特徴とする請求項1または請求項2に記載の共振器。

【請求項4】

前記導体線路がコの字形状を有することを特徴とする請求項1ないし請求項3いずれか一項に記載の共振器。

【請求項5】

前記導体線路がU字形状を有することを特徴とする請求項1ないし請求項3いずれか一

項に記載の共振器。

【請求項 6】

前記導体線路が超電導体で形成されていることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 5 いずれか一項に記載の共振器。

【請求項 7】

請求項 1 ないし請求項 6 いずれか一項に記載の共振器を用いて構成されることを特徴とするフィルタ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、マイクロ波を利用した装置、例えば、放送機器、通信機器、測定器等に用いられる共振器およびフィルタに関する。

【背景技術】

【0002】

ストリップラインもしくはマイクロストリップライン構造のマイクロ波共振器の中で最も単純な形状の一つは、共振周波数において半波長（180度）もしくは半波長の整数倍の電気長を有する導体線路と誘電体基板および接地板から成る構造の伝送線路で構成される共振器である。この共振器は導体線路に沿って電流が流れるモードで共振し、共振状態での電流密度分布は導体線路のエッジ部分に最も集中し、この傾向は周波数が高くなるほど顕著である。

20

【0003】

前述のようなタイプの共振器を、例えば 1W 以上といった、大電力信号用のマイクロ波共振器として利用する場合には、エッジ部分への電流集中が問題となる。これは、大電力信号によって導体線路のエッジ部分に特に大きな電流密度が生じ、結果としてエッジ部分の導体損失が共振器の損失特性の支配的要因となるためである。また、その大きな電流密度が導体材料の許容電流密度を超えることで、導体材料の電気伝導特性が破壊される場合もある。例えば、超電導材料を用いて導体線路を形成している場合に、エッジ部分の電流密度が超電導材料の臨界電流密度を超えた場合などがこれに該当する。

【0004】

30

導体線路のエッジ部分の電流集中を緩和する方法としては、直線型の導体線路全体に導体線路に沿って均一の間隔で複数本のスリットを設ける方法が、特許文献 1 において提案されている。また、この方法をさらに改良した方法として、直線型の導体線路のエッジ部分のみに導体線路に沿って単数もしくは複数本のスリットを設ける方法が、特許文献 2 において提案されている。

【0005】

また、導体線路の形状は、直線が最も単純ではあるが、限られた基板サイズの中に共振器を納める等の理由から、ヘアピン型、スパイラル型、メアング型、L字型、M字型、S字型など単数もしくは複数の、屈曲または湾曲した曲がり部を有する様々な形状が考案されている。

40

【特許文献 1】特開平 8 - 3 2 1 7 0 6 号公報

【特許文献 2】特開平 1 1 - 1 7 7 3 1 0 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ストリップラインもしくはマイクロストリップライン構造の伝送線路を共振器として用いる場合に、その導体線路の形状が直線型の場合には上記特許文献 1 または特許文献 2 の方法が有効である。しかし、導体線路が曲がり部を有する場合には新たな問題が生じうることに発明者らは着目した。それは導体線路の曲がり部内側のエッジ部分への電流集中である。

50

【0007】

本発明は、上記事情を考慮してなされたものであり、その目的とするところは、導体線路の曲がり部内側と外側の電流分布の不均衡を解消し、低損失かつ高耐電力の共振器およびフィルタを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の一態様の共振器は、曲がり部を有する導体線路を備える伝送線路で構成される共振器であって、前記伝送線路がストリップライン構造またはマイクロストリップライン構造を有し、前記導体線路の前記曲がり部に、前記導体線路の伸長方向に沿った複数本のスリットが設けられ、前記スリット間にある線路の線幅が、前記曲がり部の外側から内側に向かうに従って細くなっていることを特徴とする。

10

【0009】

ここで、前記導体線路の両縁端部には、前記スリットが設けられていないことが望ましい。

【0010】

ここで、前記スリットの長さが、前記共振器の共振周波数における電気長にして45度以上90度以下であって、前記スリットの長さ方向の略中央部が、前記曲がり部の略中央部に一致することが望ましい。

20

【0011】

ここで、前記導体線路がコの字形状を有することが望ましい。

【0012】

ここで、前記導体線路がU字形状を有することが望ましい。

【0013】

ここで、前記導体線路が超電導体で形成されていることが望ましい。

【0014】

本発明の一態様のフィルタは、上記態様の共振器を用いて構成されることを特徴とする。

【発明の効果】

30

【0015】

本発明によれば、導体線路の曲がり部内側と外側の電流分布の不均衡を解消し、低損失かつ高耐電力の共振器およびフィルタを提供することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

上述のように、導体線路が曲がり部を有する場合には、導体線路の曲がり部内側のエッジ部分への電流集中という新たな問題が生じうることに発明者らは着目し、検討を行った。図29は、直線型の導体線路における電流集中の説明図である。図に示したように、直線型の導体線路90の場合にはエッジ部分に電流が集中するものの、導体線路90の線路中央に沿った軸92に関しては対称に電流が分布する。

40

【0017】

図30は、スリットを設けた直線型の導体線路における電流集中の説明図である。図に示したように、線路中央に沿った軸92に対して対称なスリット構造を導体線路90に設けることによって、電流密度分布を均一化（左右の電流のピーク値が同じ）することができる。

【0018】

図31は、スリットを設けた曲がり部を有する導体線路における電流集中の説明図である。図に示したように、導体線路90に曲がり部が有る場合には、曲がり部の内側と外側とで電流分布が不均一となる。このため、線路中央に沿った軸92に対して対称なスリット構造を設けるだけでは、図31のグラフ中最も右側のピークに見られるように、導体線

50

路の曲がり部内側のエッジ部分への電流集中を解消することができない。この部分の大きな電流密度が共振器の損失特性や耐電力性を制限する要因となる。

【 0 0 1 9 】

したがって、導体線路の曲がり部内側のエッジ部分への電流集中を解消する技術が必要となる。以下、図面を参照しつつ、導体線路の曲がり部内側のエッジ部分への電流集中を解消する本発明の実施の形態について説明する。

【 0 0 2 0 】

(第1の実施の形態)

本発明の第1の実施の形態の共振器は、曲がり部を有する導体線路を備える伝送線路で構成される共振器であって、伝送線路がマイクロストリップライン構造を有し、導体線路の曲がり部に、導体線路の伸長方向に沿った複数本のスリットが設けられ、スリット間の間隔が、曲がり部の内側ほど狭いことを特徴とする。

10

【 0 0 2 1 】

このように、曲がり部の内側ほど狭いスリットを伝送線路に設けることにより、曲がり部内側でエッジ部分への電流集中が防止可能となり、共振器の耐電力性を向上させるとともに電力損失も低減することが可能となる。

【 0 0 2 2 】

図1は、本実施の形態の共振器の導体線路パターンを示す平面図である。本実施の形態の共振器を構成する伝送線路はマイクロストリップライン構造を有している。この図はマイクロストリップライン構造の基板を上面方向から見た図であり、黒塗り部分が導体線路10となっている。導体線路10の形状はヘアピン型、特に、コの字形状を有している。このヘアピン型共振器の屈曲した曲がり部には導体線路10の伸長方向に沿って一方の縁端部付近12からもう一方の縁端部付近14まで5本のスリット20、22、24、26、28が設けられている。スリット20が曲がり部の最も外側のスリットであり、スリット28が最も内側のスリットである。

20

【 0 0 2 3 】

これら5本のスリットのうち隣り合うスリット間隔、すなわちスリット間にある線路の線幅は曲がり部の外側から内側に向かうにしたがって狭くなっている。この例においてその間隔は外側から3.4対2.8対2.2対1.6の比率になっている。また、スリットに隔てられた各線路のうちで最も外側の線路30と最も内側の線路32の線幅の比は4対1となっている。

30

【 0 0 2 4 】

そして、本実施の形態においては、導体線路10の両縁端部12、14が閉じた構造になっている。すなわち、導体線路10の両縁端部にはスリットが設けられていない。

【 0 0 2 5 】

図2は、図1に示した共振器のA-A'断面図である。図1に示した導体線路10が誘電体基板40の上面に形成されている。誘電体基板40の下面には導体材料で接地板(グラウンドプレーン)42が形成されており、マイクロストリップライン構造となっている。ここで、導体線路10は、例えば超電導材料であるYBCOで形成されている。また、誘電体基板40としては、例えば、サファイアが用いられる。

40

【 0 0 2 6 】

図3は、図1の共振器のB-B'断面図と、断面における電流密度の分布を示す図である。図3の上のグラフが電流密度の分布であり、縦軸が電流密度を横軸が位置を表している。図3と比較すると、曲がり部内側(B'側)の電流密度が外側とほぼ同じくなるまで均等化されていることが分かる。電磁界シミュレータを用いた厳密な最大電流密度の比較によると、均等な間隔で5本のスリットを設けた共振器と、曲がり部の内側に向かうほど狭くなるスリットを設けたヘアピン型共振器の最大電流密度は、後者の方が前者に対して約3分の1になるとの結果が得られる。

【 0 0 2 7 】

なお、上記計算に用いたヘアピン型共振器は、共振周波数が800MHz、ヘアピンの

50

線路幅（図1のW）は2mm、ヘアピンの曲がり部を挟んで対向する線路の間隔（図1のS）は2mm、スリットの幅は0.1mm、隣り合うスリットの間隔の比は図1と同じとしている。

【0028】

このように、本実施の形態の共振器によれば、曲がり部における電流集中を従来技術に比べて大幅に緩和することが可能となる。したがって、高い耐電力性を有する共振器が実現できる。また、曲がり部における導体損失も低減されるため、低損失な共振器の実現が可能となる。

【0029】

なお、ここでは、伝送線路はマイクロストリップライン構造を有するとして説明したが、伝送線路は必ずしもマイクロストリップライン構造でなくとも、例えば、ストリップライン構造であっても構わない。図4は、本実施の形態の変形例のストリップライン構造を有する共振器の断面図である。図4のストリップライン構造は、図2のマイクロストリップライン構造に対し、導体線路10の上部に第2の誘電体基板44を配置し、さらにその上部に第2のグラウンドプレーン46を形成する構造である。

【0030】

図5は、別のストリップライン構造を有する共振器の断面図である。このストリップライン構造は、誘電体48の内部に導体線路10を埋め込み、誘電体48の上下にグラウンドプレーン42、46を形成している。また、図6は、さらに別のストリップライン構造の製造方法を示す断面図である。図2に示したような導体線路10、誘電体基板40、グラ
20
ランドプレーン42から成るマイクロストリップライン構造を2つ貼り合わせることにより、ストリップライン構造が形成される。このようなストリップライン構造を有する伝送線路に本発明を適用することも可能である。

【0031】

なお、本実施の形態において、共振回路の伝送線路を構成する導体線路は、コの字形状を有している。一般的に、直線の導体線路を用いたマイクロストリップライン型伝送線路では、周波数が高くなるに伴い放射による損失が増大する。このため導体線路に曲がり部を設けて放射を抑圧する形状にすることが望ましい。しかしながら、曲がり部の数が多くなると、電流の集中する箇所が増え抵抗による損失である導体損失が大きくなる。したがって、放射損失および導体損失を均衡させる観点からは、導体線路が巨視的には1つ、微
30
視的には2つの曲がり部を有するコの字形状を有することが望ましい。また、マイクロストリップライン型でも周波数が低い場合や、ストリップライン型伝送線路を用いる場合など、放射損失が十分に小さい場合でも、有限な基板サイズの中に共振器を納めるために、導体線路に曲がり部分を設ける必要があることが多い。この場合にも、導体損失を最小化するために曲がり部の少ないコの字形状は有効である。ここで、さらに曲がり部の少ないL字型形状では占有面積が広く、複数の共振器を配置することが困難になる場合が多いため好ましくない。

【0032】

図7は、第1の実施の形態の変形例である共振器の導体線路パターンを示す平面図である。この共振器は、導体線路がU字形状をしていることを特徴とする。すなわち、導体線
40
路10の曲がり部が、図1のコの字形状の角型と異なり、円弧型となっている。このように、曲がり部の形状を円弧型とすることにより、角型と比較して、曲がり部での電流集中を緩和することが可能となる。

【0033】

もっとも、本発明による曲がり部での電流集中を緩和する効果は、曲がり部を有する導体線路であれば、多種多様な共振器において得ることが可能であり、本発明の適用は、必ずしも、コの字形状やU字形状のヘアピン型に限られるものではない。例えば、スパイラル型、メアンダ型、L字型、M字型、S字型、楕円型など単数もしくは複数の、屈曲または湾曲した曲がり部を有する様々な形状について本発明を適用することが可能である。

【0034】

10

20

30

40

50

また、スリットの本数も5本に限らず任意の本数で良いが、スリットの本数が多いほど導体部と絶縁部(導体がない部分)との間の境界面が増加するため、例えば電磁界シミュレータを用いて設計する場合などに計算時間を要する。したがって、実用上は100本程度までが限界であるし、さらに望ましくは10本以内が効果的である。

【0035】

そして、本実施の形態においては、導体線路10の両縁端部12、14が閉じた構造になっている。すなわち、図1における導体線路10の両縁端部12、14にはスリットが設けられていない。スリットが、両縁端部まで存在すると、分割された導体線路のそれぞれが、複数の共振器として機能し、不要な共振モードが生じる恐れがある。このように、不要な共振モードを排除する観点からは、両縁端部を閉じた構造にすることが望ましい。

10

【0036】

また、ここでは、導体線路が超電導材料で形成されている場合を例に説明した。超電導材料で導体線路が形成されている場合、曲がり部の電流集中により超電導材料の臨界電流密度を超えると、導体線路の抵抗が急激に上昇し、共振器として所望の特性が得られなくなる。したがって、特に、伝送線路が超電導材料で形成されている場合に、本実施の形態は有効である。しかし、導体線路の材料は、超電導材料に限られることなく、任意の導電性材料を適用することが可能である。

【0037】

(第2の実施の形態)

本発明の第2の実施の形態の共振器は、導体線路の曲がり部に設けられたスリットの長さが、共振器の共振周波数における電気長にして45度以上90度以下であって、スリットの長さ方向の略中央部が、曲がり部の略中央部に位置すること以外は、第1の実施の形態と同様であるので、重複する記載を省略する。

20

【0038】

このように、スリットの長さを限定することにより、不要な共振モードの排除と、曲がり部での電流集中の緩和による耐電力性向上および導体損失抑制を最適化することが可能となる。

【0039】

図8は、本実施の形態の共振器の導体線路パターンを示す平面図である。第1の実施の形態同様、共振器を構成する伝送線路はマイクロストリップライン構造を有している。そして、この図はマイクロストリップライン構造の基板を上面方向から見た図であり、黒塗り部分が導体線路10となっている。

30

【0040】

図のように、第1の実施の形態と異なり、スリットが導体線路の曲がり部の近傍のみ、例えば、曲がり部の中央部から、共振器の共振周波数における電気長にして ± 30 度(合計60度)の範囲に限定されている。さらに、スリットの長さ方向の略中央部が、曲がり部の略中央部に位置している。なお、ここで中央部ではなく略中央部とするのは、例えば、デザインに対する加工誤差等に伴い、スリットの中央部が曲がり部の中央部に厳密には位置していない場合であっても、これを実質的には中央部に位置するとみなすことができ、中央部に厳密に位置している場合と同様の作用・効果が得られるためである。

40

【0041】

図9は、曲がり部の中央部の定義について説明する図である。ここで、曲がり部の中央部とは、図9(a)、図9(b)の場合のように曲がり部を挟んだ導体線路10がほぼ線対称の関係にあるとき、この対称軸Aが導体線路10を横断する部分をいう。ただし、曲がり部が連続している場合など、上記定義で求めた、曲がり部の中央部を使うと複数のスリットが重なり、所望の電気長のスリットをデザインできない場合がある。そこで、そのような場合には、図9(c)に示すように、所望の電気長を有し、かつ、導体線路中央部および曲がり部を通る線分Lを仮想し、この線分Lが線対称な線分となる位置に配置される場合に、その線分の対称軸Aが導体線路10を横断する部分を曲がり部の中央部と定義する。

50

【 0 0 4 2 】

なお、本実施の形態において、共振器の共振周波数における電気長にして45度以上90度以下と限定する理由について以下、説明する。

【 0 0 4 3 】

共振器にスリットを入れることによって、スリットの無い共振器に比べて不要な共振モードが発生する。この不要な共振モードを排除するためには、スリットの電気長が90度以下であることが望ましい。ここで、排除するとは、フィルタを構成するために用いる共振モードに対して、周波数軸上で影響がないほど不要な共振モードを十分に遠くまで離すという意味である。

【 0 0 4 4 】

具体的に、800MHz帯の共振器と5GHz帯の共振器を例に挙げて説明する。なお、以下の計算に用いた共振器のサイズは、共振周波数が800MHzの場合、ヘアピンの線路幅(図1のW)は2mm、ヘアピンの曲がり部を挟んで対向する線路の間隔(図1のS)は2mm、スリットの幅は0.1mm、隣り合うスリットの間隔の比は図1と同じとしている。また、共振周波数が5GHzの場合、ヘアピンの線路幅(図1のW)は0.32mm、ヘアピンの曲がり部を挟んで対向する線路の間隔(図1のS)は0.32mm、スリットの幅は0.016mm、隣り合うスリットの間隔の比は図1と同じとしている。

【 0 0 4 5 】

図10にスリットの無い800MHz帯のコの字状のヘアピン型共振器の例を示す。上図が共振器の導体線路パターンであり、下図が共振特性を表している。共振特性は横軸が周波数であり、縦軸がこの共振器に入出力線を近接させて励振した場合の通過量(S21)を示している。つまり、この図においてピークが表れる周波数に共振モードが存在することを意味する。

【 0 0 4 6 】

共振特性を見ると、800MHz近傍と1500MHz近傍に共振ピークが存在する。800MHzの共振ピークは半波長共振の基底共振モードであり、この共振器を用いて800MHz帯のフィルタを構成する場合に用いる。1500MHzの共振ピークはその倍波である。ここで、正確に倍の周波数になっていないのは、自己インダクタンスの影響により、隣接する電流が同相の場合と逆相の場合とで電気長が異なって見えるからである。半波長共振では逆相、倍波の一波長共振では同相となる。したがって、スリットの有る共振器を、少なくとも倍波の現れる周波数領域まで、スリットの無い共振器と同等に扱うためには、この周波数領域に不要な共振モードがないことが望ましい。

【 0 0 4 7 】

図11から図16は、スリットを入れた800MHz帯のヘアピン型共振器において、そのスリットの長さを、電気長にして174度、115度、90度、55度、45度、30度と変化させた場合の、共振器の導体線路パターンと共振特性を示している。174度と115度の場合には、800MHzから1500MHzまでの間に、スリットなしの共振器にはない共振モードが存在している。これらの共振モードは、一つ一つのスリットが各々共振器として作用する共振モードであり、およそスリットの長さが共振周波数に対応する。したがって、スリットの長さが電気長にして90度以下になれば、1500MHzの倍波共振(一波長共振)よりも高い周波数となることが予想できる。実際に、スリットの長さを短くした、90度、55度、45度、30度の場合には、800MHzから1500MHzの間に、不要な共振モードは存在しなくなる。

【 0 0 4 8 】

上記は800MHz帯の共振器を例に挙げたが、他の周波数帯においても同じことが成り立つかを確かめるために、5GHz帯の共振器でも同様のことを行ってみた。図17から図22がその結果であり、上図が共振器の導体線路パターン、下図が共振特性である。図17はスリットなしの5GHz帯ヘアピン型共振器であり、5GHz近傍に半波長共振が現れ、8.8GHz近傍に一波長共振が現れている。

【 0 0 4 9 】

図 1 8 から図 2 2 はスリットを入れた 5 GHz 帯のヘアピン型共振器において、スリットの長さを、電気長にして 175 度、131 度、90 度、45 度、30 度と変化させた場合の結果である。スリットの長さが 175 度、131 度の場合には、5 GHz から 8.8 GHz までの間に不要な共振モードが現れているのに対して、90 度、45 度、30 度では、不要な共振モードは 8.8 GHz 以上の周波数に存在する。

【 0 0 5 0 】

したがって、スリットの長さを電気長にして長くとも 90 度以下にしておけば、800 MHz から 5 GHz までの範囲にわたって、スリットのある共振器をスリットのない共振器と同等に用いることができるし、このことはより広い周波数範囲、例えば、半分の 400 MHz 程度から、倍の 10 GHz 程度までの共振器においても同様のことが成り立つことは容易に考えられる。また、共振器形状はヘアピン型ばかりではなく、S 字型、M 字型、楕円型などにも応用でき、その際には連続するスリットの長さが 90 度以下となっていれば良いことも、不要な共振がスリットの長さに対応した共振によって構成されていることから、容易に考えられる。

【 0 0 5 1 】

上述のように、スリットの長さは短いほど、不要な共振を必要な共振から周波数軸上で遠ざけることができ、有効であると考えられる。しかしながら、スリットの長さが短すぎる場合には、スリットの本래の効果である電流集中の分散を阻害することになる。電流集中の分散を阻害しないようにする点から、スリットの電気長は 45 度以上であることが望ましい。

【 0 0 5 2 】

図 2 3 に、図 1 1 から図 1 6、および、図 1 8 から図 2 2 に示した共振器の、スリット長（電気長、度）と最大電流密度との関係を示す。最大電流密度はスリット長が最も長い場合を 1 として規格化した量である。図 2 3 のグラフにおいて実線は 800 MHz 共振器の結果、点線が 5 GHz 共振器の結果である。この図から、スリットの電気長が 45 度未満になると急激に最大電流密度が上昇し、スリットの効果が小さくなることが分かる。

【 0 0 5 3 】

図 2 4 は、共振器のスリット長と最大電流密度との関係の説明図である。スリットのないコの字形の半波長ヘアピン型共振器において電流密度の高い領域は、図 2 4 (a) の共振器パターン上に示した斜線領域付近である。半波長ヘアピン型共振器にスリットを入れた場合、図 2 4 (b) に示したように、スリットの長さがこの斜線領域よりも長ければ、スリットの効果によって斜線領域の電流集中を分散することができ、最大電流密度を低減することができる。逆に、図 2 4 (c) に示したように、スリットの長さがこの斜線領域よりも短い場合には、斜線領域の一部（図中の格子状の領域）がスリットの外側にはみ出すことになり、この部分の電流集中を緩和しきれない。したがって、スリットの長さを有る程度以下にすると最大電流密度は急激に上昇する。

【 0 0 5 4 】

半波長ヘアピン型の場合には、前述のスリット長さのしきい値が電気長にして 45 度未満にあると考えられる。800 MHz の共振器でも 5 GHz の共振器でもほぼ同じ傾向にあることから、このことはより広い周波数範囲、例えば、半分の 400 MHz 程度から、倍の 10 GHz 程度までの共振器においても同様のことが成り立つことが予想される。

【 0 0 5 5 】

また、共振器形状がヘアピン型ではなく S 字型、M 字型、楕円型など、より屈曲部分が多い形状の場合には、電流の集中する箇所が分散することから、前述のスリット長さのしきい値は 45 度よりも小さくなると考えられる。したがって、スリット長さが少なくとも 45 度以上あれば、上記の電流集中分散効果が得られる。

【 0 0 5 6 】

なお、上述のように、本実施の形態は、ここで例にあげたコの字上のヘアピン型以外の共振器にも適用することが可能である。図 2 5 から図 2 7 は、本実施の形態の変形例である別の形状の共振器における導体線路パターンを示す平面図である。図 2 5 は、楕円形共

10

20

30

40

50

共振器に応用した例、図 26 は S 字型共振器に応用した例、図 27 は M 字型共振器に応用した例であるが、これらに限らず曲がり部を有する導体線路パターンを有する伝送線路で構成される共振器であれば、そのほかの共振器にも応用可能である。

【0057】

(第3の実施の形態)

本発明の第3の実施の形態のフィルタは、例えば、第1の実施の形態や第2の実施の形態に記載した共振器を、単数もしくは複数用いて構成されるフィルタである。

【0058】

図 28 は、本実施の形態のフィルタの、導体線路部分のパターンを示す平面図である。ここでは、図 8 に示した共振器と同様の形状の共振器を、共振器 60、62、64、66、68、70 として 6 個直列に配置し、6 段のチェビシェフ型フィルタを構成している。共振器群の両側には、L 字型の導体線路が共振器に近接して配置され、基板端部まで延伸されて入出力フィーダ 72、74 となっている。

【0059】

このように、低損失かつ高耐電力の共振器を用いて構成することにより、低損失かつ高耐電力のフィルタを実現できる。なお、ここでは、6 段のチェビシェフ型フィルタを例に説明したが、これに限らず、単数もしくは複数の共振器を用いて構成することで、帯域通過型、帯域阻止型、高域通過型、低域通過型等の様々なタイプのフィルタに本発明を適用することが可能となる。

【0060】

以上、具体例を参照しつつ本発明の実施の形態について説明した。実施の形態の説明においては、共振器、フィルタ等で、本発明の説明に直接必要としない部分等については記載を省略したが、必要とされる共振器、フィルタ等に関わる要素を適宜選択して用いることができる。

【0061】

その他、本発明の要素を具備し、当業者が適宜設計変更しうる全ての共振器およびフィルタは、本発明の範囲に包含される。本発明の範囲は、特許請求の範囲およびその均等物の範囲によって定義されるものである。

【図面の簡単な説明】

【0062】

【図 1】第 1 の実施の形態の共振器の導体線路パターンを示す平面図。

【図 2】図 1 に示した共振器の A - A' 断面図。

【図 3】図 1 の共振器の B - B' 断面における電流密度の分布を示す図。

【図 4】第 1 の実施の形態の変形例のストリップライン構造を有する共振器の断面図。

【図 5】第 1 の実施の形態の変形例のストリップライン構造を有する共振器の断面図。

【図 6】第 1 の実施の形態の変形例のストリップライン構造の製造方法を示す断面図。

【図 7】第 1 の実施の形態の変形例の共振器の導体線路パターンを示す平面図。

【図 8】第 2 の実施の形態の共振器の導体線路パターンを示す平面図。

【図 9】第 2 の実施の形態の曲がり部の中央部の定義について説明する図。

【図 10】第 2 の実施の形態を説明するための、スリットなし、800 MHz の共振器の共振特性を示す図。

【図 11】第 2 の実施の形態を説明するための、スリット長 174 度、800 MHz の共振器の共振特性を示す図。

【図 12】第 2 の実施の形態を説明するための、スリット長 115 度、800 MHz の共振器の共振特性を示す図。

【図 13】第 2 の実施の形態を説明するための、スリット長 90 度、800 MHz の共振器の共振特性を示す図。

【図 14】第 2 の実施の形態を説明するための、スリット長 55 度、800 MHz の共振器の共振特性を示す図。

【図 15】第 2 の実施の形態を説明するための、スリット長 45 度、800 MHz の共振

10

20

30

40

50

器の共振特性を示す図。

【図16】第2の実施の形態を説明するための、スリット長30度、800MHzの共振器の共振特性を示す図。

【図17】第2の実施の形態を説明するための、スリットなし、5GHzの共振器の共振特性を示す図。

【図18】第2の実施の形態を説明するための、スリット長175度、5GHzの共振器の共振特性を示す図。

【図19】第2の実施の形態を説明するための、スリット長131度、5GHzの共振器の共振特性を示す図。

【図20】第2の実施の形態を説明するための、スリット長90度、5GHzの共振器の共振特性を示す図。

10

【図21】第2の実施の形態を説明するための、スリット長45度、5GHzの共振器の共振特性を示す図。

【図22】第2の実施の形態を説明するための、スリット長30度、5GHzの共振器の共振特性を示す図。

【図23】第2の実施の形態の共振器のスリット長と最大電流密度との関係を示す図。

【図24】第2の実施の形態の共振器のスリット長と最大電流密度との関係の説明図。

【図25】第2の実施の形態の変形例の共振器の導体線路パターンを示す平面図。

【図26】第2の実施の形態の変形例の共振器の導体線路パターンを示す平面図。

【図27】第2の実施の形態の変形例の共振器の導体線路パターンを示す平面図。

20

【図28】第3の実施の形態のフィルタの、導体線路部分のパターンを示す平面図。

【図29】直線型の導体線路における電流集中の説明図。

【図30】スリットを設けた直線型の導体線路における電流集中の説明図。

【図31】スリットを設けた曲がり部を有する導体線路における電流集中の説明図。

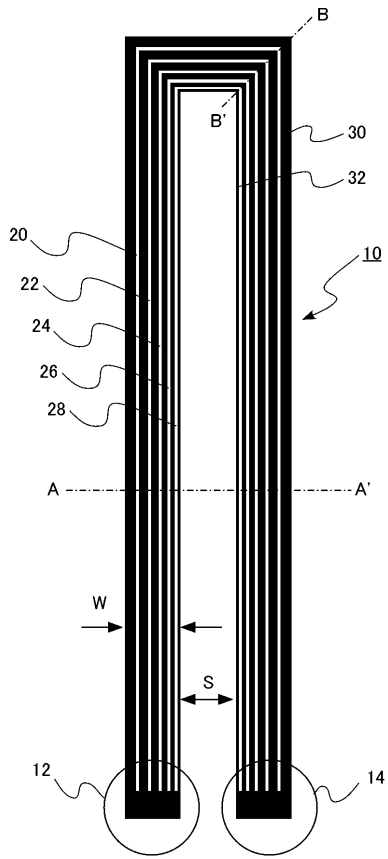
【符号の説明】

【0063】

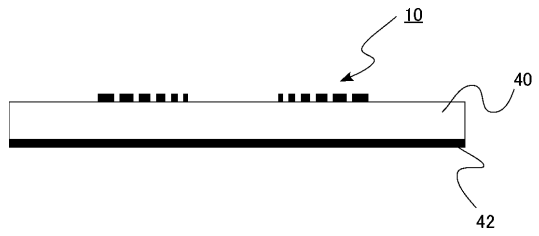
10	導体線路	
12、14	縁端部	
20、22、24、26、28	スリット	
40、44	誘電体基板	
42、46	接地板	
60、62、64、66、68、70	共振器	
72、74	入出力フィーダ	

30

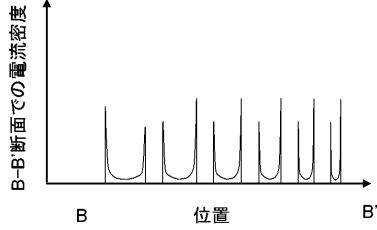
【図1】



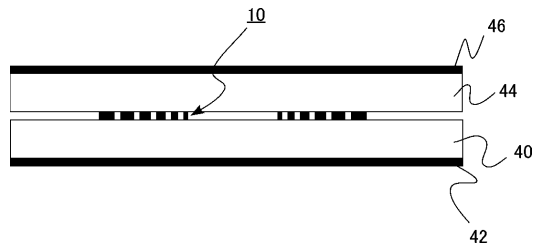
【図2】



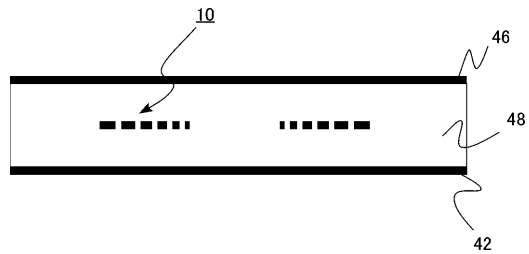
【図3】



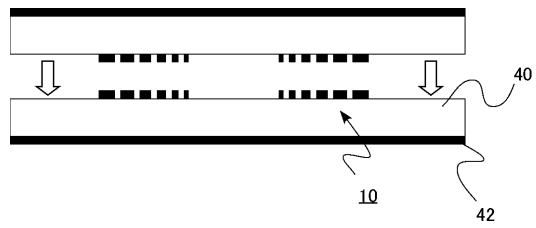
【図4】



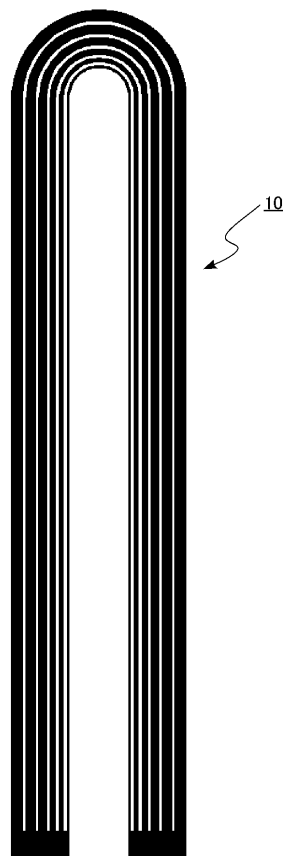
【図5】



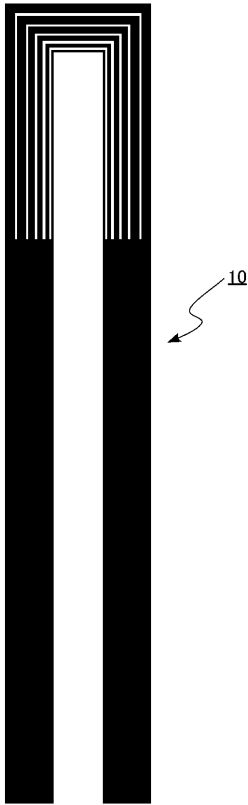
【図6】



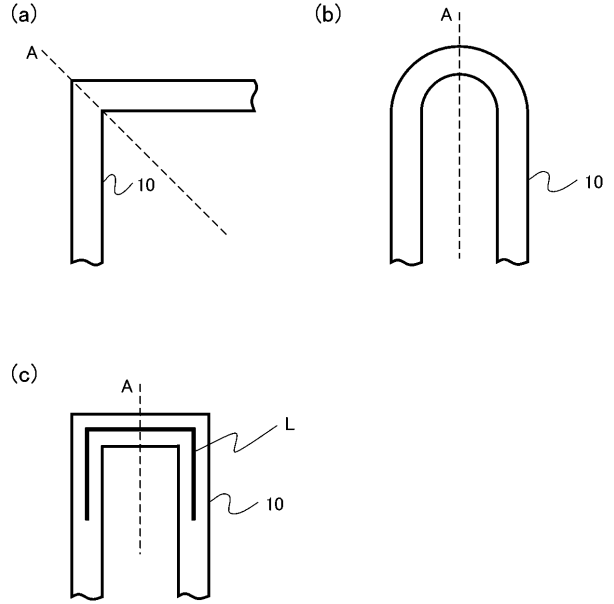
【図7】



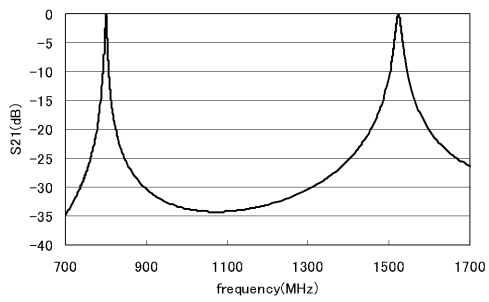
【 8 】



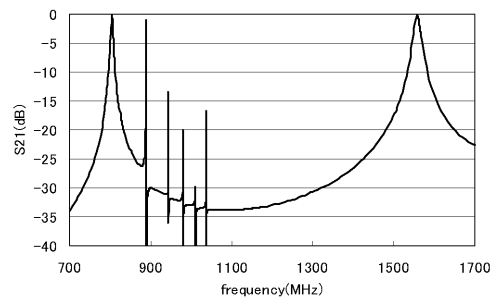
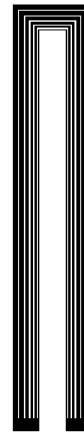
【 9 】



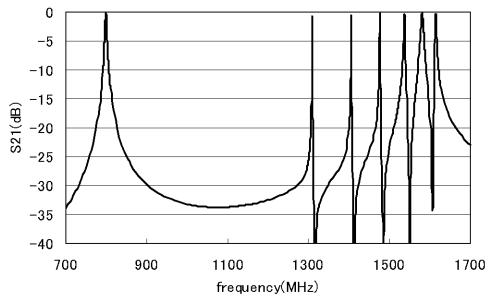
【 10 】



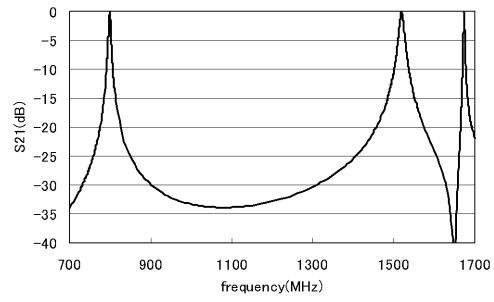
【 11 】



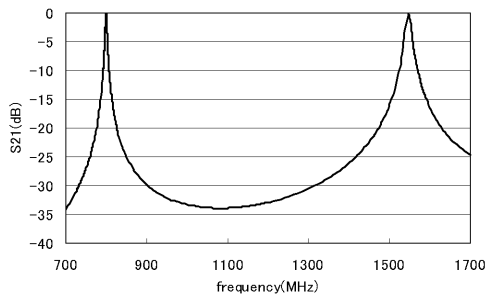
【 1 2 】



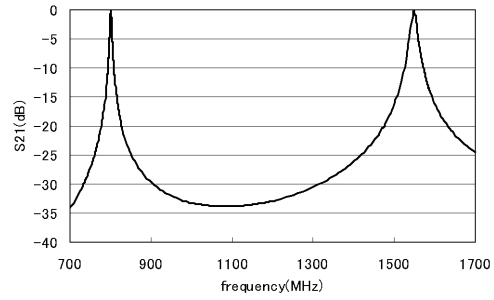
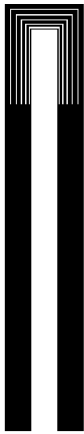
【 1 3 】



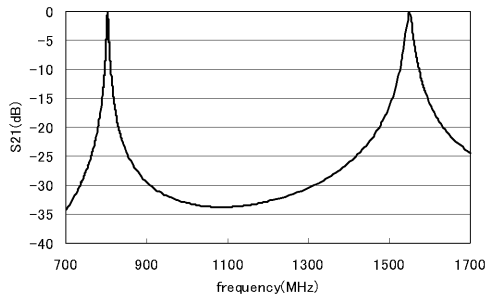
【 1 4 】



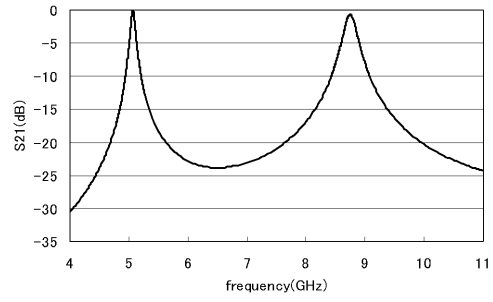
【 1 5 】



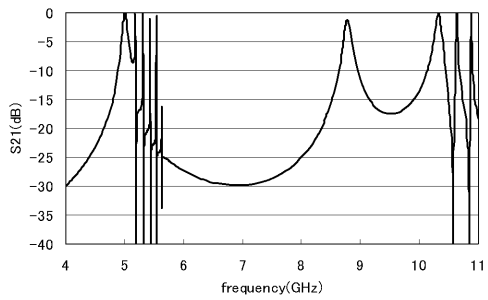
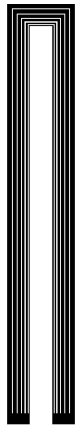
【 16 】



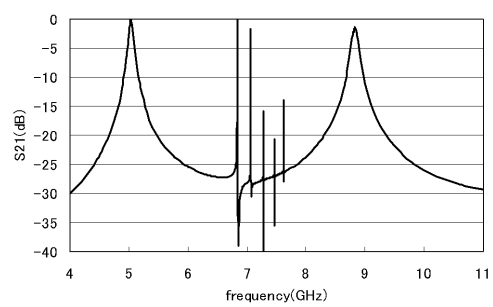
【 17 】



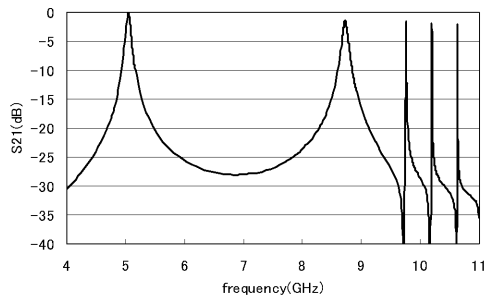
【 18 】



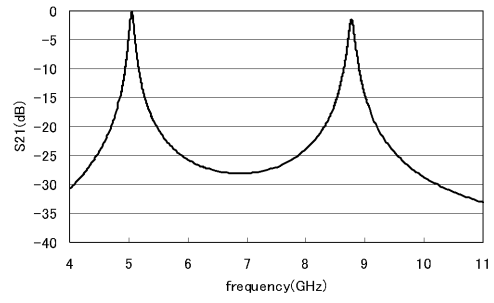
【 19 】



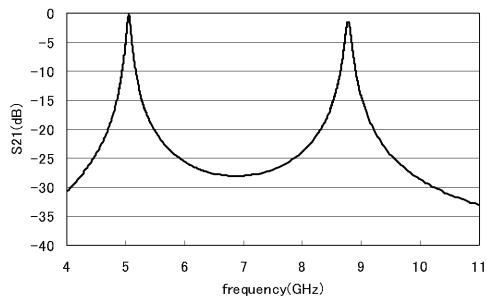
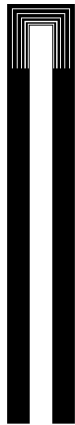
【図 20】



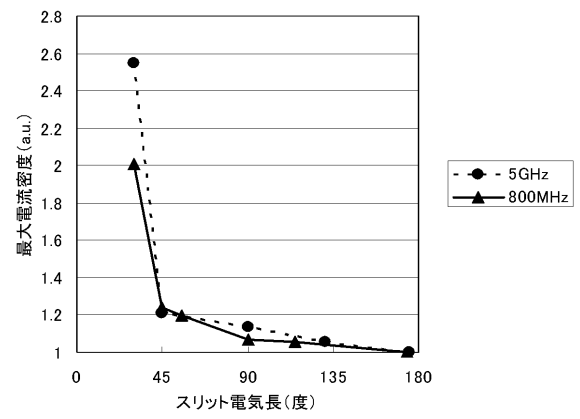
【図 21】



【図 22】

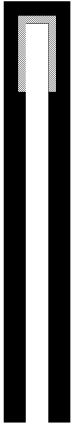


【図 23】

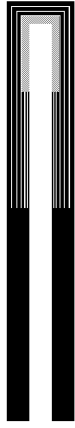


【 2 4 】

(a)



(b)



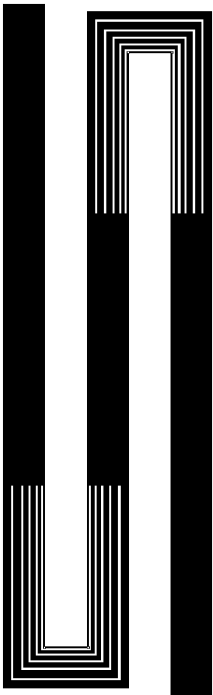
(c)



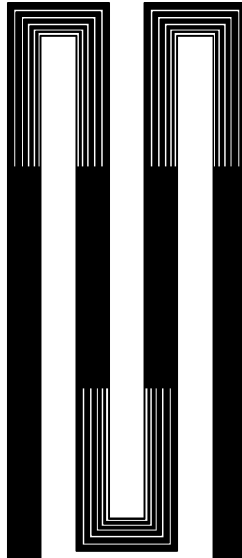
【 2 5 】



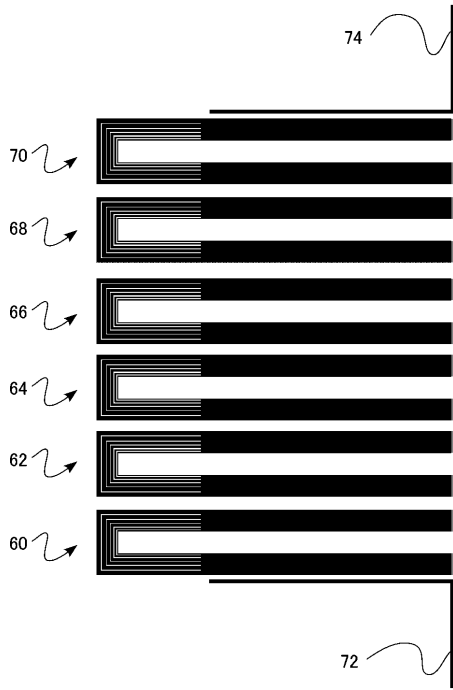
【 2 6 】



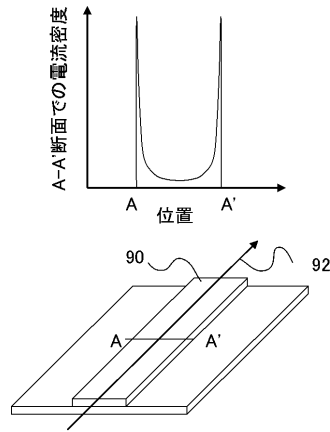
【 2 7 】



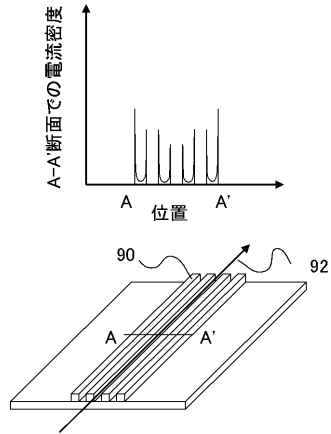
【図 28】



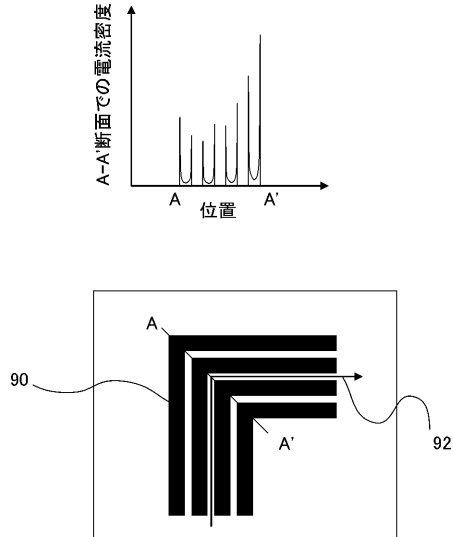
【図 29】



【図 30】



【図 31】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平11-177310(JP,A)
米国特許第05922650(US,A)
特開平07-094914(JP,A)
米国特許第05888942(US,A)
特開2008-035088(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01P 7/08
H01P 1/02
H01P 1/203
H01P 3/08
JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamII)