

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-11642
(P2017-11642A)

(43) 公開日 平成29年1月12日(2017.1.12)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
HO 1 P 7/10 (2006.01)	HO 1 P 7/10	5 J 0 0 6
GO 1 R 29/22 (2006.01)	GO 1 R 29/22 A	
	GO 1 R 29/22 D	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2015-128357 (P2015-128357)	(71) 出願人	000005223 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(22) 出願日	平成27年6月26日(2015.6.26)	(74) 代理人	100092152 弁理士 服部 毅巖
		(72) 発明者	岩井 俊樹 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
		(72) 発明者	水谷 大輔 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
		Fターム(参考)	5J006 HC03 HC24 LA01 PA01

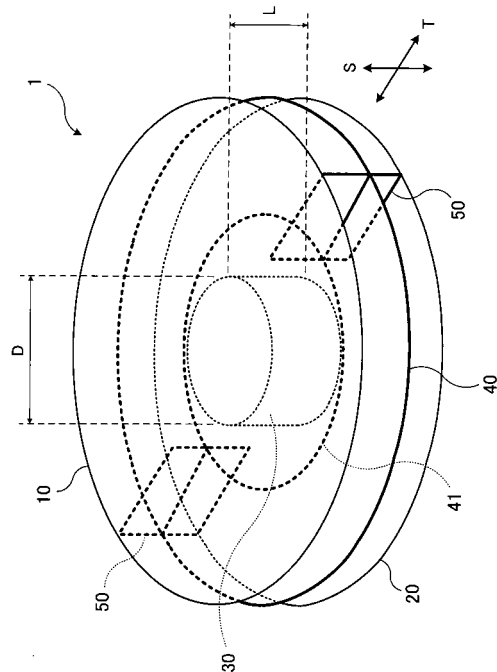
(54) 【発明の名称】 誘電体共振器、測定装置及び測定方法

(57) 【要約】

【課題】 誘電体共振器の所定の共振モードについて適正な共振周波数を得る。

【解決手段】 誘電体共振器 1 は、対向する一対の導体板 10 及び導体板 20 と、それらの間に設けられる誘電体円柱 30 とを含む。誘電体共振器 1 は更に、導体板 10 と導体板 20 との間に設けられ、誘電体円柱 30 が非接触で貫通する円孔 41 を有する導体板 40 を含む。導体板 40 により、測定に用いる所定共振モードへの影響を抑えつつ、その所定共振モードと共に発生する不要な共振モードを消失或いは低減させ、所定共振モードの適正な共振周波数を得る。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 導体板と、
 前記第 1 導体板に対向する第 2 導体板と、
 前記第 1 導体板と前記第 2 導体板との間に設けられる誘電体円柱と、
 前記第 1 導体板と前記第 2 導体板との間に設けられ、前記誘電体円柱が非接触で貫通する孔を有する第 3 導体板と
 を含むことを特徴とする誘電体共振器。

【請求項 2】

前記第 3 導体板は、前記第 1 導体板と前記第 2 導体板の少なくとも一方に電氣的に接続されることを特徴とする請求項 1 に記載の誘電体共振器。 10

【請求項 3】

前記第 1 導体板と前記第 2 導体板との間に設けられ、前記第 3 導体板を支持して前記第 1 導体板及び前記第 2 導体板の各々から所定距離の位置に保持する支持体を更に含むことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の誘電体共振器。

【請求項 4】

前記支持体が導電性を有し、前記支持体を用いて、前記第 1 導体板と前記第 2 導体板の少なくとも一方と、前記第 3 導体板とが電氣的に接続されることを特徴とする請求項 3 に記載の誘電体共振器。

【請求項 5】

前記第 1 導体板と前記第 2 導体板の少なくとも一方と前記支持体との間に設けられた高さ調整部材を更に含むことを特徴とする請求項 3 又は 4 に記載の誘電体共振器。 20

【請求項 6】

前記支持体及び前記高さ調整部材が導電性を有し、
 前記支持体及び前記高さ調整部材を用いて、前記第 1 導体板と前記第 2 導体板の少なくとも一方と、前記第 3 導体板とが電氣的に接続されることを特徴とする請求項 5 に記載の誘電体共振器。

【請求項 7】

第 1 導体板と、
 前記第 1 導体板に対向する第 2 導体板と、
 前記第 1 導体板と前記第 2 導体板との間に設けられる誘電体円柱と、
 前記第 1 導体板と前記第 2 導体板との間に設けられ、前記誘電体円柱が非接触で貫通する孔を有する第 3 導体板と
 を含む誘電体共振器と、
 前記誘電体共振器の周波数特性を測定する測定部と、
 前記測定部で測定された前記周波数特性に基づいて共振周波数及び無負荷 Q 値を算出する処理部と
 を含むことを特徴とする測定装置。 30

【請求項 8】

第 1 導体板と、
 前記第 1 導体板に対向する第 2 導体板と、
 前記第 1 導体板と前記第 2 導体板との間に設けられる誘電体円柱と、
 前記第 1 導体板と前記第 2 導体板との間に設けられ、前記誘電体円柱が非接触で貫通する孔を有する第 3 導体板と
 を含む誘電体共振器の周波数特性を測定し、
 測定された前記周波数特性に基づいて共振周波数及び無負荷 Q 値を算出することを特徴とする測定方法。 40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】 50

本発明は、誘電体共振器、測定装置及び測定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

一对の導体板間に所定の直径及び高さの誘電体円柱を挟んだ構成を有する誘電体共振器が知られている。

このような誘電体共振器で得られる所定の共振モードの周波数特性（共振波形）から共振周波数及び無負荷Q値を求める技術、求めた共振周波数及び無負荷Q値に基づいて導体板表面の導電率を求める技術等が知られている。

【0003】

尚、誘電体円柱を用いた誘電体共振器を利用する測定方法については、JIS R 1627及びIEC 61338-1-3（所謂2誘電体共振器法）、JIS H 7307及びIEC 61788-7（所謂1誘電体共振器2モード法）に規定がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2000-46756号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

誘電体円柱を用いた誘電体共振器内には、その周波数特性の取得にあたり、共振周波数（共振ピーク）及び無負荷Q値等を求めるのに用いる所定の共振モードのほかに、それとは異なる他の共振モードも発生する場合がある。

【0006】

このような場合において、所定の共振モードと他の共振モードの、互いの共振周波数が重なったり狭い周波数範囲に混在したりすると、所定の共振モードについて適正な共振周波数が求められないことが起こり得る。所定の共振モードについて適正な共振周波数が求められないと、無負荷Q値のほか、導体板の導電率等、誘電体共振器に関する適正な特性値が得られなくなる恐れがある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一観点によれば、第1導体板と、前記第1導体板に対向する第2導体板と、前記第1導体板と前記第2導体板との間に設けられる誘電体円柱と、前記第1導体板と前記第2導体板との間に設けられ、前記誘電体円柱が非接触で貫通する孔を有する第3導体板とを含む誘電体共振器が提供される。

【0008】

また、本発明の一観点によれば、上記のような構成を含む誘電体共振器の周波数特性を測定する測定部と、前記測定部で測定された前記周波数特性に基づいて共振周波数及び無負荷Q値を算出する処理部とを含む測定装置が提供される。

【0009】

また、本発明の一観点によれば、上記のような構成を含む誘電体共振器の周波数特性を測定し、測定された前記周波数特性に基づいて共振周波数及び無負荷Q値を算出する測定方法が提供される。

【発明の効果】

【0010】

開示の技術によれば、誘電体共振器の所定の共振モードについて適正な共振周波数を得て、誘電体共振器に関する適正な特性値を得ることが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】第1の実施の形態に係る誘電体共振器の構成例を示す図（その1）である。

【図2】第1の実施の形態に係る誘電体共振器の構成例を示す図（その2）である。

10

20

30

40

50

【図 3】第 1 の実施の形態に係る誘電体共振器の構成例を示す図（その 3）である。

【図 4】第 1 の実施の形態に係る誘電体共振器を用いた測定時の状態の一例を示す図である。

【図 5】別形態に係る誘電体共振器の構成例を示す図（その 1）である。

【図 6】別形態に係る誘電体共振器の構成例を示す図（その 2）である。

【図 7】別形態に係る誘電体共振器の構成例を示す図（その 3）である。

【図 8】別形態に係る誘電体共振器を用いた測定時の状態の一例を示す図である。

【図 9】別形態に係る誘電体共振器で測定される周波数特性の一例を示す図である。

【図 10】第 1 の実施の形態に係る誘電体共振器で測定される周波数特性の一例を示す図である。

10

【図 11】別形態に係る誘電体共振器の電磁界解析結果の一例を示す図である。

【図 12】第 1 の実施の形態に係る誘電体共振器の電磁界解析結果の一例を示す図である。

【図 13】誘電体円柱端からの距離と磁場強度との関係の一例を示す図である。

【図 14】誘電体円柱端からの距離と電界強度との関係の一例を示す図である。

【図 15】第 2 の実施の形態に係る誘電体共振器の構成例を示す図である。

【図 16】第 3 の実施の形態に係る誘電体共振器の構成例を示す図である。

【図 17】第 4 の実施の形態に係る誘電体共振器の構成例を示す図（その 1）である。

【図 18】第 4 の実施の形態に係る誘電体共振器の構成例を示す図（その 2）である。

【図 19】第 4 の実施の形態に係る誘電体共振器の構成例を示す図（その 3）である。

20

【図 20】第 4 の実施の形態に係る誘電体共振器の構成例を示す図（その 4）である。

【図 21】第 5 の実施の形態に係る測定装置の構成例を示す図である。

【図 22】第 5 の実施の形態に係る測定装置の一例を示す図である。

【図 23】第 5 の実施の形態に係る測定方法の一例を示す図である。

【図 24】コンピュータのハードウェアの構成例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

まず、第 1 の実施の形態について説明する。

図 1 ~ 図 3 は第 1 の実施の形態に係る誘電体共振器の構成例を示す図である。

図 1 には、第 1 の実施の形態に係る誘電体共振器の一例の要部斜視模式図を図示している。

30

【0013】

図 1 に示す誘電体共振器 1 は、上下方向 S に対向する一对の導体板 10 及び導体板 20 と、これらの導体板 10 と導体板 20 との間に設けられた誘電体円柱 30 とを含む。図 1 に示す誘電体共振器 1 は更に、対向する導体板 10 と導体板 20 との間に設けられ、誘電体円柱 30 が非接触で貫通する円孔 41 を有する導体板 40 と、その導体板 40 を支持する支持体 50 とを含む。ここでは支持体 50 の一例として、円孔 41 を有する導体板 40 の平面と直交するように立てられ、互いに対向する位置に設けられた、一对の板状の支持体 50 を図示している。

【0014】

図 2 (A) には、図 1 に示す誘電体共振器 1 を上下方向 S に、対向する支持体 50 を含むような位置で切断した時の断面模式図を図示している。図 2 (B) には、図 1 に示す誘電体共振器 1 を上下方向 S に、対向する支持体 50 を含まないような位置で切断した時の断面模式図を図示している。図 3 には、図 1 に示す誘電体共振器 1 を、上下の導体板 10 と導体板 20 とに挟まれた導体板 40 の平面に沿って左右方向 T に切断した断面を、下側の導体板 20 に向かって見た時の平面模式図を図示している。

40

【0015】

図 1 ~ 図 3 に示すような誘電体共振器 1 において、導体板 10 及び導体板 20 には、例えば、平面円形状の導体板が用いられる。導体板 10 及び導体板 20 の厚みは特に限定されるものではない。例えば、数 μm ~ 数 mm 程度の厚みの導体板 10 及び導体板 20 が、

50

誘電体共振器 1 に用いられる。

【 0 0 1 6 】

導体板 1 0 及び導体板 2 0 は、互いの平面がそれぞれ誘電体円柱 3 0 の上端面 3 1 及び下端面 3 2 と対向するように設けられる。例えば、一方の導体板 1 0 が、誘電体円柱 3 0 の上端面 3 1 と接触するように設けられ、他方の導体板 2 0 が、誘電体円柱 3 0 の下端面 3 2 と接触するように設けられる。

【 0 0 1 7 】

導体板 1 0 及び導体板 2 0 は、誘電体円柱 3 0 の上端面 3 1 及び下端面 3 2 よりも大きな平面サイズ、例えば、縁端効果が無視できる程度に充分大きな平面サイズとされる。例えば、平面円形状の導体板 1 0 及び導体板 2 0 の場合、互いの直径がそれぞれ誘電体円柱 3 0 の直径 D の 3 倍以上となるような平面サイズとされる。

10

【 0 0 1 8 】

導体板 1 0 及び導体板 2 0 には、例えば、導電率等の特性値の測定対象となる銅板等の導体板（被測定導体板）や、物性値が既知である無酸素銅板等の導体板（物性値既知導体板）が用いられる。この場合、導体板 1 0 及び導体板 2 0 は、例えば誘電体共振器 1 を用いた測定の目的によって、いずれも被測定導体板としたり、或いはいずれも物性値既知導体板としたり、或いはまた、一方を被測定導体板とし、他方を物性値既知導体板としたりすることができる。

【 0 0 1 9 】

誘電体共振器 1 の誘電体円柱 3 0 には、各種セラミック円柱が用いられる。例えば、 $(Zr, Sn)TiO_4$ セラミック円柱、 $Ba(Sn, Mg, Ta)O_3$ セラミック円柱、サファイア円柱等が、誘電体共振器 1 の誘電体円柱 3 0 として用いられる。

20

【 0 0 2 0 】

誘電体共振器 1 では、誘電体円柱 3 0 の材質、サイズ（直径 D 及び高さ L ）によって共振周波数 f が異なってくる。そのため、例えば誘電体共振器 1 を用いた測定で使用する周波数帯域に基づいて、誘電体円柱 3 0 の材質、サイズが決定される。

【 0 0 2 1 】

誘電体共振器 1 の導体板 4 0 は、その円孔 4 1 に誘電体円柱 3 0 が非接触で貫通するように、導体板 1 0 と導体板 2 0 との間、例えば導体板 1 0 と導体板 2 0 との中間位置に、設けられる。導体板 4 0 は、例えば、誘電体円柱 3 0 の上下に設けられる導体板 1 0 及び導体板 2 0 に電氣的に接続される。導体板 4 0 を導体板 1 0 及び導体板 2 0 に電氣的に接続することで、導体板 4 0 に流れる電流を、導体板 1 0 又は導体板 2 0 或いはそれらの双方に導く（逃がす）。

30

【 0 0 2 2 】

導体板 4 0 には、誘電体円柱 3 0 の上下の導体板 1 0 及び導体板 2 0 と同様に、平面円形状の導体板が用いられる。導体板 4 0 の厚みは特に限定されるものではない。例えば、数 μm ~ 数 mm 程度の厚みの導体板 4 0 が、誘電体共振器 1 の導体板 1 0 と導体板 2 0 との間に設けられる。導体板 4 0 には、誘電体円柱 3 0 の上下の導体板 1 0 及び導体板 2 0 と同様に、銅板等が用いられる。例えば、導体板 4 0 には、平面円形状の無酸素銅板が用いられる。導体板 4 0 は、導体板 1 0 及び導体板 2 0 の平面サイズと同等の平面サイズ（外形サイズ）とされる。尚、導体板 4 0 は、導体板 1 0 及び導体板 2 0 と同等の平面サイズであれば、平面円形状に限らず、平面矩形形状等、他の平面形状であってもよい。

40

【 0 0 2 3 】

誘電体円柱 3 0 が非接触で貫通する導体板 4 0 の円孔 4 1 は、その内縁 4 1 a が、誘電体円柱 3 0 の側端面 3 3 から一定距離だけ離間するような内径（直径）で、設けられる。導体板 4 0 の円孔 4 1 の内径は、誘電体共振器 1 を用いた測定時に誘電体円柱 3 0 の側端面 3 3 付近に生じて当該側端面 3 3 から離れるにつれて低下する電界（電場）の、その低下の程度に基づいて、設定することができる。例えば、導体板 4 0 の円孔 4 1 の内径は、誘電体円柱 3 0 の直径 D の 1 . 5 倍以上に設定される。

【 0 0 2 4 】

50

誘電体共振器 1 の支持体 5 0 は、導体板 4 0 を支持し、導体板 4 0 を、誘電体円柱 3 0 を挟む導体板 1 0 と導体板 2 0 との間に保持する。例えば、支持体 5 0 は、導体板 4 0 の平面と直交するような平面を持った板状とされ、導体板 4 0 と固定されることで、導体板 4 0 を支持する。例えば、支持体 5 0 の上端は、誘電体円柱 3 0 の上側に設けられる導体板 1 0 に接触され、支持体 5 0 の下端は、誘電体円柱 3 0 の下側に設けられる導体板 2 0 に接触される。導体板 4 0 は、支持体 5 0 で支持されることにより、導体板 1 0 及び導体板 2 0 からそれぞれ所定の距離だけ離れた位置、例えば導体板 1 0 及び導体板 2 0 からそれぞれ等距離の位置（即ち、導体板 1 0 と導体板 2 0 との中間位置）に、精度良く保持される。

【 0 0 2 5 】

支持体 5 0 は、例えば、導電性とされる。この場合、導電性の支持体 5 0 が、上記のように導体板 4 0 に固定されてこれを支持し、例えば上記のようにその上端及び下端がそれぞれ導体板 1 0 及び導体板 2 0 に接触されることで、導体板 4 0 と、導体板 1 0 及び導体板 2 0 とを電氣的に接続する。

【 0 0 2 6 】

尚、導体板 4 0 は、必ずしも支持体 5 0 を通じて導体板 1 0 及び導体板 2 0 に電氣的に接続されることを要しない。例えば、導体板 4 0 が支持体 5 0 以外の導体部材（図示せず）によって導体板 1 0 及び導体板 2 0 に電氣的に接続されるような構成とすることもできる。このような構成とする場合には、支持体 5 0 に絶縁体を用いることもできる。

【 0 0 2 7 】

また、ここでは板状の支持体 5 0 を例示したが、支持体 5 0 は、板状に限らず、ブロック状やピン状といった、他の形状とすることもできる。

上記のような構成を有する誘電体共振器 1 に対し、励振及び検波が行われ、共振周波数 f 及び無負荷 Q 値の測定が行われる。

【 0 0 2 8 】

図 4 は第 1 の実施の形態に係る誘電体共振器を用いた測定時の状態の一例を示す図である。図 4 には、誘電体共振器を用いた測定時の要部斜視模式図を図示している。

測定時には、図 4 に示すように、誘電体共振器 1 の、導体板 1 0 及び導体板 2 0 に挟まれた誘電体円柱 3 0 の近傍に、励振線 6 0 が設けられる。誘電体共振器 1 には、例えば、一对の励振線 6 0 が、誘電体円柱 3 0 を挟んで対向する位置に、設けられる。励振線 6 0 には、例えば、同軸ケーブル 6 1 の先端部にループアンテナ 6 2 を形成したものが用いられる。このような励振線 6 0 が、例えば導体板 4 0 と導体板 2 0 との間の、誘電体円柱 3 0 の近傍に、先端部のループアンテナ 6 2 が位置するように、設けられる。

【 0 0 2 9 】

励振線 6 0 は、ここでは図示を省略するが、その同軸ケーブル 6 1 が、ネットワークアナライザに接続される。ネットワークアナライザが用いられ、同軸ケーブル 6 1 を通じてループアンテナ 6 2 に所定の高周波信号が印加され、ループアンテナ 6 2 との磁界結合により、誘電体共振器 1 の励振が行われる。また、誘電体共振器 1 との磁界結合により、ループアンテナ 6 2 から同軸ケーブル 6 1 を通じて検波が行われる。ループアンテナ 6 2 と誘電体円柱 3 0 とが所定の距離で配置され、励振線 6 0 を用いてこのような励振及び検波が行われることで、誘電体共振器 1 についての周波数特性（周波数と S_{21} 等の S パラメータとの関係）が測定される。

【 0 0 3 0 】

測定される周波数特性に基づき、誘電体共振器 1 における所定の共振モード、この例では TE_{0mn} モード（ m, n は自然数）の共振周波数 f 及び無負荷 Q 値が求められる。また、得られる所定の共振モードの共振周波数 f 及び無負荷 Q 値に基づき、誘電体共振器 1 に関する各種特性値、例えば、誘電体円柱 3 0 の誘電率、誘電損失 $\tan \delta$ 、導体板 1 0 又は導体板 2 0 の表面抵抗 R_s 及び導電率 σ が求められる。

【 0 0 3 1 】

尚、誘電体共振器 1 の、導体板 4 0 を支持する支持体 5 0 を導電性としている場合、支

10

20

30

40

50

持体 50 は、励振線 60 の電界から可能な限り離れた位置に設けることが望ましい。例えば、平面視で、一对の支持体 50 が対向する方向と、一对の励振線 60 が対向する方向とが、直交するような配置とされる。これにより、導電性の支持体 50 による影響を抑えて励振線 60 を用いた励振及び検波を行うことが可能になる。

【0032】

以上述べたように、第 1 の実施の形態に係る誘電体共振器 1 では、誘電体円柱 30 を挟む導体板 10 と導体板 20 との間に、誘電体円柱 30 が非接触で貫通するような円孔 41 を設けた導体板 40 が配置される。第 1 の実施の形態に係る誘電体共振器 1 では、このような導体板 40 が配置されることで、所定の共振モードについて適正な共振周波数 f 及び無負荷 Q 値を求めることができ、更にそれらを用いて誘電体共振器 1 の各種特性値を適正に求めることができる。以下、この点について更に説明する。

10

【0033】

まず、第 1 の実施の形態に係る誘電体共振器 1 との比較のため、別形態に係る誘電体共振器について述べる。

図 5 ~ 図 7 は別形態に係る誘電体共振器の構成例を示す図である。

【0034】

図 5 には、別形態に係る誘電体共振器の一例の要部斜視模式図を図示している。

図 5 に示す誘電体共振器 100 は、上記のような円孔 41 を有する導体板 40 及びそれを支持する支持体 50 が設けられていない点で、第 1 の実施の形態に係る誘電体共振器 1 と相違する。

20

【0035】

図 6 には、図 5 に示す誘電体共振器 100 を上下方向 S に切断した時の断面模式図を図示している。図 7 には、図 5 に示す誘電体共振器 100 の導体板 10 と導体板 20 との中間位置を左右方向 T に切断した断面を、下側の導体板 20 に向かって見た時の平面模式図を図示している。

【0036】

この別形態に係る誘電体共振器 100 の導体板 10 及び導体板 20 並びにそれらに挟まれる誘電体円柱 30 には、第 1 の実施の形態に係る誘電体共振器 1 と同じものを用いることができる。

【0037】

図 8 は別形態に係る誘電体共振器を用いた測定時の状態の一例を示す図である。図 8 には、誘電体共振器を用いた測定時の要部斜視模式図を図示している。

30

測定時には、図 8 に示すように、誘電体共振器 100 の、導体板 10 及び導体板 20 に挟まれた誘電体円柱 30 の近傍に、上記同様、同軸ケーブル 61 の先端部にループアンテナ 62 を形成した励振線 60 が設けられる。例えば、一对の励振線 60 が用いられ、誘電体共振器 100 の励振及び検波が行われ、その周波数特性（周波数と S パラメータの関係）が測定される。測定される周波数特性に基づき、誘電体共振器 1 における所定の共振モード、この例では TE_{0mn} モード（ m, n は自然数）の共振周波数 f 及び無負荷 Q 値が求められる。

【0038】

別形態に係る誘電体共振器で測定される周波数特性の一例を図 9 に示す。図 9 において、横軸は周波数 [GHz] を表し、縦軸は S_{21} [dB] を表している。

40

例えば、この図 9 に示すような周波数特性から、誘電体共振器 100（図 5 ~ 図 8）の TE_{011} モードの共振周波数 f 及び無負荷 Q 値が求められる。しかし、誘電体共振器 100 では、共振周波数 f 及び無負荷 Q 値を求めるのに用いる TE_{011} モードのほかにも、 HE_{111} モードや HE_{211} モードといった他の共振モードも発生する。共振周波数 f 及び無負荷 Q 値を求めるのに用いる共振モード（測定共振モード）以外の共振モードは、謂わば、目的の共振周波数 f 及び無負荷 Q 値を求めるうえでは不要な共振モード（不要共振モード）である。

【0039】

50

尚、測定共振モードであるTEモードは、誘電体円柱30付近の比較的狭い領域に、上下方向Sに回転するような磁場（磁界）が発生する共振モードである。また、不要共振モードであるHEモードは、誘電体円柱30から外側の比較的広い領域に、上下方向Sに回転するような磁場が発生する共振モードである。

【0040】

測定共振モードとその他の不要共振モードとの、互いの共振周波数 f が重なったり狭い周波数帯域に混在したりすると、測定共振モードについて適正な共振周波数 f が求められないことが起こり得る。不要共振モードの影響で、測定共振モードについて適正な共振周波数 f が求められないと、無負荷 Q 値のほか、その他の各種特性値も適正に求められない可能性が生じる。誘電体共振器100において、このような不要共振モードの影響を回避するためには、測定共振モードと不要共振モードの互いの共振周波数 f が明確に分離されるように、そのサイズや形状を設定する必要がある。

10

【0041】

このような誘電体共振器100のサイズや形状による共振モードの分離は、比較的不要共振モードが少ない1次、2次といった低次モードでは有効となり得る。しかし、3次、4次、5次といった、より高次モードになると、測定共振モードの共振周波数 f が含まれる比較的狭い周波数帯域に多数の不要共振モードが混在してしまい、やはり測定共振モードの適正な共振周波数 f が求められないことが起こり得る。

【0042】

一方、図10は第1の実施の形態に係る誘電体共振器で測定される周波数特性の一例である。図10において、横軸は周波数[GHz]を表し、縦軸は S_{21} [dB]を表している。

20

【0043】

例えば、この図10に示すような周波数特性から、誘電体共振器1（図1～図4）のTE₀₁₁モードの共振周波数 f 及び無負荷 Q 値が求められる。誘電体共振器1では、図10に示すように、測定共振モードであるTE₀₁₁モードは上記図9と同様に明確に存在する一方、TE₀₁₁モード付近の不要共振モードであるHE₁₁₁モード及びHE₂₁₁モードが消失或いは低減される。このように誘電体共振器1では、測定共振モードを残し、不要共振モードを選択的に消失或いは低減させることで、測定共振モードについて適正な共振周波数 f を求めることが可能になる。それにより、無負荷 Q 値、その他の各種特性値も適正に求めることが可能になる。

30

【0044】

誘電体共振器1において、このような不要共振モードの選択的な消失或いは低減は、誘電体円柱30を挟む導体板10と導体板20との間に配置される、円孔41を設けた導体板40によって実現されている。

【0045】

ここで、図5～図8に示したような別形態に係る誘電体共振器の電磁界解析結果の一例を図11に、図1～図4に示したような第1の実施の形態に係る誘電体共振器の電磁界解析結果の一例を図12に、それぞれ示す。図11及び図12において、(A)はHE₂₁₁モードに関する電磁界解析結果の一例、(B)はTE₀₁₁モードに関する電磁界解析結果の一例である。

40

【0046】

電磁界解析（シミュレーション）において、導体板10及び導体板20は、直径50mm、厚さ2mmの無酸素銅板としている。誘電体円柱30は、直径(D)11.80mm、高さ(L)6.74mm、高さ方向をC軸とするサファイア円柱としている。導体板40は、直径50mm、内径23.60mmの無酸素銅板とし、対向する一对の支持体50はいずれも、高さ6.74mm、幅14mmの無酸素銅板としている。

【0047】

別形態に係る誘電体共振器100（図5～図8）では、図11(B)に示すように、測定共振モードであるTE₀₁₁モードの磁場が、誘電体円柱30の側端面33付近の比較的

50

狭い領域に発生する。この TE_{011} モードの共振周波数 f は 10.7 GHz 、無負荷 Q 値は 8068 である。そして、この誘電体共振器 100 では、図 $11(A)$ に示すように、不要共振モードの 1 つである HE_{211} モードの磁場が、誘電体円柱 30 から導体板 20 (又は導体板 10) の外側の比較的広い領域に発生する。この HE_{211} モードの共振周波数 f は 11.2 GHz 、無負荷 Q 値は 20054 である。

【0048】

一方、第 1 の実施の形態に係る誘電体共振器 1 (図 $1 \sim$ 図 4) では、図 $12(B)$ に示すように、測定共振モードである TE_{011} モードの磁場が、誘電体共振器 100 (図 $11(B)$) と同様に、誘電体円柱 30 の側端面 33 付近に発生する。誘電体共振器 1 において、 TE_{011} モードの磁場は、主に平面視で導体板 40 の円孔 41 より内側の領域に発生する。誘電体共振器 1 での TE_{011} モードの共振周波数 f は 10.7 GHz 、無負荷 Q 値は 8069 で、誘電体共振器 100 の時と同等の値となる。そして、この誘電体共振器 1 では、図 $12(A)$ に示すように、不要共振モードの 1 つである HE_{211} モードの磁場が発生していない或いは殆ど発生していないことが分かる。

10

【0049】

図 13 は誘電体円柱端からの距離と磁場強度との関係の一例を示す図である。図 13 において、横軸は誘電体円柱端からの距離 $[mm]$ を表し、縦軸は磁場強度 $[A/m]$ を表している。

【0050】

図 13 には、別形態に係る誘電体共振器 100 (図 $5 \sim$ 図 8) 及び第 1 の実施の形態に係る誘電体共振器 1 (図 $1 \sim$ 図 4) において、誘電体円柱 30 の直径 D を 12 mm とした時の、その側端面 33 からの距離と、 HE_{211} モードの磁場強度との関係を例示している。図 13 に示す実線 X は、誘電体共振器 100 における、誘電体円柱 30 の側端面 33 からの距離と HE_{211} モードの磁場強度との関係である。図 13 に示す点線 Y は、誘電体共振器 1 における、誘電体円柱 30 の側端面 33 からの距離と HE_{211} モードの磁場強度との関係である。

20

【0051】

誘電体共振器 100 では、図 13 の実線 X に示すように、誘電体円柱 30 の側端面 33 (0 mm) における HE_{211} モードの磁場強度が比較的高く、誘電体円柱 30 から離れるにつれて徐々に HE_{211} モードの磁場強度が低くなっていく。

30

【0052】

一方、誘電体共振器 1 では、図 13 の点線 Y に示すように、誘電体円柱 30 の側端面 33 (0 mm) における HE_{211} モードの磁場強度が、誘電体共振器 100 の場合に比べて極めて低くなる。誘電体共振器 1 における HE_{211} モードの磁場強度は、そのような誘電体円柱 30 の側端面 33 での低い状態から、誘電体円柱 30 から離れるにつれて更に低くなり、一定距離以降ほぼ 0 になる。

【0053】

第 1 の実施の形態に係る誘電体共振器 1 では、導体板 10 と導体板 20 とに挟まれる誘電体円柱 30 が非接触で円孔 41 を貫通する導体板 40 を設け、この導体板 40 を、導体板 10 及び導体板 20 に電氣的に接続する。この構成により、図 $11 \sim$ 図 13 に見られるように、不要共振モードが選択的に消失或いは低減される。即ち、円孔 41 により、誘電体円柱 30 付近に発生する測定共振モード (TE_{011} モード) の磁場への影響を抑えつつ、円孔 41 外側の部分により、誘電体円柱 30 外側のより広い領域で上下方向 S に回転するような不要共振モード (HE_{211} モード) の磁場を遮断する。このような不要共振モードの磁場の遮断によって導体板 40 に流れる電流は、導体板 40 に電氣的に接続される導体板 10 又は導体板 20 に逃がされる。尚、導体板 40 を、導体板 10 と導体板 20 との中間 (各々から等距離) の位置に配置すると、不要共振モードである HE モードの磁場が効果的に遮断される。

40

【0054】

第 1 の実施の形態に係る誘電体共振器 1 によれば、測定共振モードを残し、不要共振モ

50

ードを選択的に消失或いは低減させた周波数特性(図10)の測定が可能になる。これにより、測定共振モードについて適正な共振周波数 f を求め、無負荷 Q 値、その他の各種特性値を適正に求めることが可能になる。

【0055】

このような誘電体共振器1において、誘電体円柱30を非接触で貫通させる導体板40の円孔41の内径は、誘電体円柱30の周囲に発生する電界に基づいて設定することができる。

【0056】

図14は誘電体円柱端からの距離と電界強度との関係の一例を示す図である。図14において、横軸は誘電体円柱端からの距離[mm]を表し、縦軸は電界強度[V/m]を表している。

10

【0057】

図14には、第1の実施の形態に係る誘電体共振器1(図1~図4)において、誘電体円柱30の直径 D を12mmとした時の、その側端面33からの距離と、 TE_{011} モードの電界強度との関係を例示している。

【0058】

誘電体共振器1では、図14に示すように、 TE_{011} モードの電界強度が、誘電体円柱30の側端面33(0mm)で最も高く、誘電体円柱30から離れるにつれて徐々に低くなっていく。測定共振モードである TE_{011} モードについて得られる、この図14に示すような関係に基づき、導体板40に設ける円孔41の内径を設定する。例えば、誘電体円柱30の側端面33から、当該側端面33における電界強度の $1/10$ 以下の電界強度になる位置よりも外側に内縁41aが位置するように、円孔41の内径を設定する。

20

【0059】

図14の例では、誘電体円柱30の側端面33からの距離が6mmで、 TE_{011} モードの電界強度が、側端面33での電界強度の $1/10$ 以下になっているので、側端面33から6mm以上に内縁41aが位置するように、円孔41の内径を設定する。図14の例では、誘電体円柱30の直径 D が12mmであるので、その側端面33から6mm以上に内縁41aが位置する円孔41は、その中心を誘電体円柱30と同じにした場合、内径が18mmとなる。導体板40の円孔41の内径は、それを貫通させる誘電体円柱30の直径の 1.5 倍(18mm/12mm)以上に設定すればよい。

30

【0060】

このように導体板40の円孔41を、測定共振モードの電界強度分布に基づき、電界強度が誘電体円柱30の側端面33よりも一定レベル以上低くなる位置に内縁41aが存在するような内径に設定する。これにより、測定共振モードの電場(電界)に及ぼす影響を抑えつつ、円孔41を設けた導体板40を配置することができる。

【0061】

以上説明したように、第1の実施の形態に係る誘電体共振器1では、誘電体円柱30を挟む導体板10と導体板20との間に、誘電体円柱30が非接触で貫通する円孔41を設けた導体板40を配置し、これを導体板10及び導体板20に電氣的に接続する。この導体板40の円孔41で、誘電体円柱30付近に発生する測定共振モードの電磁場への影響を抑えつつ、円孔41外側の部分で、誘電体円柱30外側のより広い領域で上下方向 S に回転するような不要共振モードの磁場を遮断し、これを消失或いは低減させる。不要共振モードの磁場の遮断によって導体板40に流れる電流は、導体板40に電氣的に接続される導体板10又は導体板20に逃がされる。

40

【0062】

第1の実施の形態に係る誘電体共振器1によれば、不要共振モードを選択的に消失或いは低減させた周波数特性の測定が可能になり、測定共振モードの共振周波数 f 、無負荷 Q 値、その他の各種特性値を適正に求めることが可能になる。

【0063】

例えば、測定共振モードの共振周波数 f 及び無負荷 Q 値に基づき、誘電体円柱30の誘

50

電率、誘電損失 $\tan \delta$ 、導体板 10 又は導体板 20 の表面抵抗 R_s 及び導電率 が求められる。

【0064】

一例として、無負荷 Q 値は、測定される周波数特性から、測定共振モードの波形とその共振周波数 f に基づき、半値幅（半値全幅）法によって算出される。誘電率 及び誘電損失 $\tan \delta$ が既知でない場合、これらは、誘電体円柱 30 の直径 D 及び高さ L 、共振周波数 f 、無負荷 Q 値等に基づいて算出される。また、 TE_{0mn} モードを測定共振モードとした測定では、励振線 60 から高周波信号を印加した際、誘電体円柱 30 の上端面 31 と導体板 10 との界面、誘電体円柱 30 の下端面 32 と導体板 20 との界面に、電流が集中的に分布する。測定される周波数特性から得た測定共振モードの共振周波数 f 及び無負荷 Q 値に基づき、導体板 10 の、誘電体円柱 30 の上端面 31 側の面、或いは、導体板 20 の、誘電体円柱 30 の下端面 32 側の面について、表面抵抗 R_s が算出され、導電率 が算出される。適正な周波数特性が測定され、測定共振モードの適正な共振周波数 f が求められることで、無負荷 Q 値、誘電体円柱 30 の誘電率、誘電損失 $\tan \delta$ 、導体板 10 又は導体板 20 の表面抵抗 R_s 及び導電率 が適正に求められる。

10

【0065】

次に、第 2 の実施の形態について説明する。

上記第 1 の実施の形態においては、導体板 40 を支持する導電性の支持体 50 を、上下の導体板 10 及び導体板 20 の双方に接触させ、その支持体 50 で導体板 40 と導体板 10 及び導体板 20 とを電氣的に接続する一形態を例示した。このほか、支持体 50 は、導体板 10 及び導体板 20 のうちの一方にのみ接触させ、当該一方と導体板 40 とを支持体 50 で電氣的に接続する形態とすることもできる。このような形態を、ここでは第 2 の実施の形態として説明する。

20

【0066】

図 15 は第 2 の実施の形態に係る誘電体共振器の構成例を示す図である。図 15 には、第 2 の実施の形態に係る誘電体共振器の一例の要部断面模式図を図示している。

尚、図 15 (A) は、上記図 2 (A) と同様に、第 2 の実施の形態に係る誘電体共振器 1A を上下方向に、対向する支持体 50 を含むような位置で切断した時の断面模式図である。図 15 (B) は、上記図 2 (B) と同様に、第 2 の実施の形態に係る誘電体共振器 1A を上下方向に、対向する支持体 50 を含まないような位置で切断した時の断面模式図である。

30

【0067】

図 15 に示す誘電体共振器 1A は、導体板 40 を支持する支持体 50 が、誘電体円柱 30 を挟む導体板 10 及び導体板 20 のうち、下側の導体板 20 にのみ接触する点で、上記第 1 の実施の形態に係る誘電体共振器 1 と相違する。誘電体共振器 1A において、支持体 50 は導電性とされ、それによって導体板 40 と下側の導体板 20 とが電氣的に接続される。尚、導体板 40 は、支持体 50 以外の導体部材を用いて導体板 20 又は導体板 10 に電氣的に接続されてもよい。

【0068】

この第 2 の実施の形態に係る誘電体共振器 1A では、支持体 50 の高さによって要求される精度を低減することが可能になる。

40

例えば、導体板 10 を被測定導体板とする場合、適正な周波数特性を得るためには、導体板 10 を誘電体円柱 30 の上端面 31 に対して高い精度で平行に配置することが望ましい。ここで、導体板 10 と導体板 20 との間に、円孔 41 を設けた導体板 40 を配置するために、導体板 40 を支持体 50 で支持し、その支持体 50 を導体板 10 及び導体板 20 に接触させて電氣的に接続する形態を採用する場合を想定する。この場合、導体板 10 と導体板 20 との間隔よりも高背の支持体 50 が 1 つでも存在すると、その高い支持体 50 の上端に導体板 10 が当接し、導体板 10 が誘電体円柱 30 の上端面 31 に対して傾いてしまうことが起こり得る。

【0069】

50

これに対し、第2の実施の形態に係る誘電体共振器1Aでは、支持体50を導体板10と導体板20との間隔（この例では誘電体円柱30の高さL）よりも低背にして、支持体50と導体板10とを非接触とし、導体板10を誘電体円柱30の上端面31で支持する。このようにして導体板10を誘電体円柱30の上端面31に対して平行に配置し、それにより、適正な周波数特性を得る。この誘電体共振器1Aでは、支持体50の高さを、導体板10と導体板20との間隔に高精度に一致させることを要しないため、支持体50の高さに要求される精度が低減される。

【0070】

このような誘電体共振器1Aによっても、上記第1の実施の形態で述べたのと同様の効果が得られる。即ち、誘電体共振器1Aでは、導体板10と導体板20の間に、誘電体円柱30が非接触で円孔41を貫通する導体板40を配置し、これを一方の導体板20に電氣的に接続する。これにより、導体板40の円孔41で、誘電体円柱30付近に発生する測定共振モードの磁場への影響を抑えつつ、円孔41外側の部分で、誘電体円柱30外側のより広い領域で上下方向Sに回転するような不要共振モードの磁場を遮断する。更に、円孔41の内径を適切に設定することで、導体板40が測定共振モードの電場に及ぼす影響を抑える。不要共振モードの磁場の遮断によって導体板40に流れる電流は、導体板40に電氣的に接続される導体板20に逃がす。

【0071】

これにより、測定共振モードを残し、不要共振モードを選択的に消失或いは低減させた周波数特性の測定が可能になり、測定共振モードの共振周波数f、無負荷Q値、その他の各種特性値を適正に求めることが可能になる。

【0072】

次に、第3の実施の形態について説明する。

図16は第3の実施の形態に係る誘電体共振器の構成例を示す図である。図16には、第3の実施の形態に係る誘電体共振器の一例の要部断面模式図を図示している。

【0073】

尚、図16(A)は、上記図2(A)と同様に、第3の実施の形態に係る誘電体共振器1Bを上下方向に、対向する支持体50を含むような位置で切断した時の断面模式図である。図16(B)は、上記図2(B)と同様に、第3の実施の形態に係る誘電体共振器1Bを上下方向に、対向する支持体50を含まないような位置で切断した時の断面模式図である。

【0074】

図16に示す誘電体共振器1Bは、導体板10と導体板20との間隔（この例では誘電体円柱30の高さL）よりも低背の支持体50と、導体板10との間に、高さ調整部材70が設けられている点で、上記第2の実施の形態に係る誘電体共振器1Aと相違する。

【0075】

高さ調整部材70には、導体板10及び導体板20並びに支持体50よりも柔らかく、一定の押圧力で変形する弾性材料又は塑性材料が用いられる。図16では便宜上、高さ調整部材70を概念的に図示しているが、高さ調整部材70には、コイルバネや板バネ等のバネ（スプリング）、ゴム、樹脂、樹脂とフィラーを含む樹脂組成物等を用いることができる。

【0076】

高さ調整部材70には、導電性を持たせることができる。支持体50が導電性とされ、且つ、高さ調整部材70も導電性とされる場合には、その導電性の高さ調整部材70で導体板10と支持体50とが電氣的に接続され、それによって導体板40と導体板10及び導体板20とが電氣的に接続される。尚、導体板40は、支持体50及び高さ調整部材70以外の導体部材を用いて導体板10又は導体板20に電氣的に接続されてもよい。

【0077】

この第3の実施の形態に係る誘電体共振器1Bでは、導体板10と導体板20との間隔よりも低背の支持体50を用いることで、上記第2の実施の形態で述べたように、支持体

10

20

30

40

50

50の高さに要求される精度を低減することが可能になる。

【0078】

更に、この誘電体共振器1Bでは、導体板10と支持体50との間にできるギャップが、両者に挟持される高さ調整部材70の変形によって、埋められる。導体板10は、その中心部を誘電体円柱30の上端面31で支持されると共に、その中心部外側の部位を高さ調整部材70で支持される。これにより、誘電体円柱30の上端面31に対する導体板10の平行度を効果的に確保し、維持することが可能になる。

【0079】

このような誘電体共振器1Bによっても、上記第1及び第2の実施の形態で述べたのと同様に、測定共振モードを残し、不要共振モードを選択的に消失或いは低減させた周波数特性を測定し、測定共振モードの共振周波数 f 等を適正に求めることが可能になる。

10

【0080】

尚、ここでは上側の導体板10と支持体50との間に高さ調整部材70を配置する場合を例示したが、支持体50の上端を上側の導体板10に当接させるようにし、支持体50の下端と下側の導体板20との間に高さ調整部材70を配置することもできる。更に、上側の導体板10と支持体50との間、及び下側の導体板20と支持体50との間の双方に、高さ調整部材70を配置することもできる。このような高さ調整部材70の配置形態によっても、上記同様の効果を得ることが可能である。

【0081】

また、上記第1の実施の形態で述べた誘電体共振器1において、その支持体50に、その上端及び下端がそれぞれ接触する導体板10及び導体板20よりも柔らかい変形性材料を用いた場合も、この第3の実施の形態で述べたのと同様の効果を得ることが可能である。

20

【0082】

次に、第4の実施の形態について説明する。

図17～図20は第4の実施の形態に係る誘電体共振器の構成例を示す図である。図17～図20にはそれぞれ、第4の実施の形態に係る誘電体共振器の一例の要部断面模式図を図示している。

【0083】

尚、図17～図20はそれぞれ、上記図2(B)と同様に、第4の実施の形態に係る誘電体共振器1C～1Fを上下方向に、対向する支持体50を含まないような位置で切断した時の断面模式図である。

30

【0084】

図17に示す誘電体共振器1Cは、絶縁層11の表面に設けられた導体板10と、絶縁層21の表面に設けられた導体板20との間に、誘電体円柱30が挟まれた構成を有する。誘電体円柱30の上端面31に、絶縁層11の表面に設けられた導体板10が接触され、誘電体円柱30の下端部32に、絶縁層21の表面に設けられた導体板20が接触される。このような導体板10と導体板20との間に、ここでは図示されない支持体50で支持された、円孔41を有する導体板40が配置される。誘電体円柱30は、その導体板40の円孔41を非接触で貫通するように配置される。

40

【0085】

周波数特性や共振周波数 f 等の各種特性値の取得に用いる被測定導体板、物性値既知導体板として、この誘電体共振器1Cのような、絶縁層11の表面に設けられた導体板10、絶縁層21の表面に設けられた導体板20を用いてもよい。このような誘電体共振器1Cによっても、導体板10又は導体板20の表面(誘電体円柱30側の面)の導電率を測定することができる。

【0086】

尚、誘電体共振器1Cでは、導体板40と、導体板10又は導体板20との電気的な接続を、ここでは図示されない導電性の支持体50と、導体板10又は導体板20との接触によって、或いは支持体50以外の導体部材によって、実現することができる。

50

【 0 0 8 7 】

また、図 1 8 に示す誘電体共振器 1 D は、誘電体円柱 3 0 の上端面 3 1 及び下端面 3 2 にそれぞれ、表面に導体板 1 0 が設けられた絶縁層 1 1 及び表面に導体板 2 0 が設けられた絶縁層 2 1 が接触される点で、上記図 1 7 に示した誘電体共振器 1 C と相違する。

【 0 0 8 8 】

導体板 1 0 及び導体板 2 0 はそれぞれ、この誘電体共振器 1 D のように、絶縁層 1 1 及び絶縁層 2 1 を介して誘電体円柱 3 0 の上端面 3 1 及び下端面 3 2 に対向させるようにすることもできる。誘電体共振器 1 D では、導体板 1 0 及び導体板 2 0 に流れる高周波電流が、主にそれぞれ絶縁層 1 1 及び絶縁層 2 1 との界面に分布することを利用し、当該界面の導電率を測定することができる。

10

【 0 0 8 9 】

尚、誘電体共振器 1 D では、ここでは図示されない支持体 5 0 が、絶縁層 1 1 と絶縁層 2 1 との間に配置されるため、導体板 4 0 の、導体板 1 0 又は導体板 2 0 との電気的な接続は、支持体 5 0 の上下端とそれらの対向部位との直接接触によっては実現されない。導体板 4 0 は、支持体 5 0 以外の導体部材によって導体板 1 0 又は導体板 2 0 に電気的に接続される。

【 0 0 9 0 】

また、図 1 9 に示す誘電体共振器 1 E は、誘電体円柱 3 0 の端面の一方側、例えば、上端面 3 1 側を、単体の導体板 1 0 としている点で、上記図 1 8 に示した誘電体共振器 1 D と相違する。

20

【 0 0 9 1 】

この誘電体共振器 1 E のように、単体の導体板 1 0 と、絶縁層 2 1 の表面に設けられた導体板 2 0 との組み合わせで共振器が構成されてもよい。誘電体共振器 1 E では、導体板 2 0 と絶縁層 2 1 との界面の導電率、或いは導体板 1 0 の表面（誘電体円柱 3 0 側の面）の導電率を測定することができる。

【 0 0 9 2 】

尚、誘電体共振器 1 E では、導体板 4 0 を、ここでは図示されない支持体 5 0 を導体板 1 0 に接触させることによって導体板 1 0 に、或いは支持体 5 0 以外の導体部材によって導体板 1 0 又は導体板 2 0 に、電気的に接続することができる。

【 0 0 9 3 】

また、図 2 0 に示す誘電体共振器 1 F は、誘電体円柱 3 0 の上端面 3 1 側に、一定のギャップ 3 4 を設けて導体板 1 0 を配置している点で、上記図 1 9 に示した誘電体共振器 1 E と相違する。誘電体共振器 1 F では、ギャップ 3 4 を調整することで、所定の共振モードの共振周波数をシフトさせることができる。また、ギャップ 3 4 を調整することで、誘電体円柱 3 0 の上端面 3 1 の粗さや高さ L のばらつき補償、上端面 3 1 と導体板 1 0 との平行度合わせ等を行うことができる。このような誘電体共振器 1 F によっても、導体板 2 0 と絶縁層 2 1 との界面の導電率等を測定することができる。

30

【 0 0 9 4 】

尚、誘電体共振器 1 F では、導体板 4 0 を、ここでは図示されない支持体 5 0 を導体板 1 0 に接触させることによって導体板 1 0 に、或いは支持体 5 0 以外の導体部材によって導体板 1 0 又は導体板 2 0 に、電気的に接続することができる。

40

【 0 0 9 5 】

図 1 7 ~ 図 2 0 に例示したような誘電体共振器 1 C ~ 1 F においては、上記第 2 の実施の形態で述べた例に従い、導体板 4 0 を支持する、ここでは図示されない支持体 5 0 を、誘電体円柱 3 0 よりも低背なものとしてもよい。また、そのように支持体 5 0 を低背なものとしたうえで、その上端側又は下端側に、上記第 3 の実施の形態で述べた例に従い、高さ調整部材 7 0 を挿入してもよい。支持体 5 0 を低背なものとする一方で、またその上端側又は下端側に高さ調整部材 7 0 を挿入することで、支持体 5 0 に要求される精度の低減、導体板 1 0 等の平行度の確保及び維持といった、上記第 2 及び第 3 の実施の形態で述べたような効果が得られる。

50

【0096】

以上、第1～第4の実施の形態について説明した。

以上の説明では、一对の支持体50で導体板40を支持する形態を例示したが、支持体50の数は、これに限定されるものではなく、円孔41を設けた導体板40を支持可能であれば、1つでもよく、また3つ以上でもよい。

【0097】

また、以上の説明では、円孔41を設けた導体板40を、導体板10及び導体板20の双方、或いはそれらのうちのいずれか一方に、電氣的に接続する形態を例示した。このほか、導体板40は、そこに流れる電流を導体板40の外に逃がすことが可能であれば、導体板10及び導体板20以外の他の導体部材、導体板10及び導体板20とは電氣的に独立した他の導体部材に、電氣的に接続することもできる。

10

【0098】

また、以上の説明では、円孔41を設けた導体板40を例示したが、導体板40を誘電体円柱30が非接触で貫通し、その導体板40で不要共振モードを選択的に消失或いは低減できるものであれば、導体板40の設ける孔の平面形状は、円形には限定されない。

【0099】

以上、第1～第4の実施の形態で述べたような誘電体共振器1, 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F等は、2誘電体共振器法(JIS R 1627, IEC 61338-1-3)、1誘電体共振器2モード法(JIS H 7307, IEC 61788-7)のいずれにも採用することが可能である。

【0100】

20

次に、第5の実施の形態について説明する。

ここでは、以上述べたような誘電体共振器を用いた測定装置及び測定方法の一例を、第5の実施の形態として説明する。

【0101】

図21は第5の実施の形態に係る測定装置の構成例を示す図である。

測定装置80は、誘電体共振器81、測定部82及び処理部83を含む。

誘電体共振器81には、上記第1～第4の実施の形態で述べた誘電体共振器1, 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F等が用いられる。即ち、一对の導体板10及び導体板20と、それらの間に設けられた誘電体円柱30と、誘電体円柱30が非接触で貫通する円孔41を備え導体板10及び導体板20の少なくとも一方に電氣的に接続された導体板40を含むものが用いられる。

30

【0102】

測定部82は、誘電体共振器81の周波数特性を測定する。測定部82は、誘電体共振器81に対する励振及び検波を行い、周波数と、 S_{21} 等のSパラメータとの関係を示す周波数特性を測定する。

【0103】

処理部83は、測定部82で測定された周波数特性に基づき、測定共振モードである TE_{0mn} モードの共振周波数 f 及び無負荷 Q 値を算出する処理を実行する。

測定装置80では、その誘電体共振器81に、上記のような導体板40を設けたものが用いられることで、測定部82において、 HE_{211} モード等の不要共振モードが消失或いは低減された周波数特性が得られる。これにより、処理部83において、測定共振モードの適正な共振周波数 f が算出され、更に、適正な無負荷 Q 値が算出される。

40

【0104】

以下、測定装置の一例について説明する。

図22は第5の実施の形態に係る測定装置の一例を示す図である。

図22に示す測定装置90は、誘電体共振器91、ネットワークアナライザ92及び処理装置93を含む。

【0105】

図22には誘電体共振器91として、上記第1の実施の形態で述べた誘電体共振器1を例示している。尚、誘電体共振器91には、このほか、第2～第4の実施の形態で述べた

50

ような誘電体共振器 1 A , 1 B , 1 C , 1 D , 1 E , 1 F 等を用いることもできる。

【 0 1 0 6 】

ここでは便宜上、誘電体共振器 9 1 の、誘電体円柱 3 0 の上側の導体板 1 0 を、測定対象である被測定銅板とし、誘電体円柱 3 0 の下側の導体板 2 0 を、物性値が既知の無酸素銅板とする。

【 0 1 0 7 】

誘電体共振器 9 1 (1) の、誘電体円柱 3 0 の近傍には、一对の励振線 6 0 が設けられる。各励振線 6 0 は、同軸ケーブル 6 1 とその一端部に設けられたループアンテナ 6 2 とを有し、ループアンテナ 6 2 が誘電体円柱 3 0 の近傍に配置され、他端部がネットワークアナライザ 9 2 に接続される。誘電体共振器 9 1 の励振及び検波は、このようなループアンテナ 6 2 を有する励振線 6 0 を用いた磁界結合によって行われる。励振線 6 0 のループアンテナ 6 2 の位置は、測定装置 9 0 により自動で、或いは、測定者により手動で、調整される。

10

【 0 1 0 8 】

ネットワークアナライザ 9 2 は、一方の励振線 6 0 (ポート 1) から誘電体共振器 9 1 への高周波信号の入力、誘電体共振器 9 1 から当該一方の励振線 6 0 に反射される高周波信号の検出、誘電体共振器 9 1 から他方の励振線 6 0 (ポート 2) に出力される高周波信号の検出を行う。ネットワークアナライザ 9 2 は、高周波信号の入力及び検出の結果に基づき、 S_{21} 等の S パラメータを算出する。このようなネットワークアナライザ 9 2 が、処理装置 9 3 に接続される。

20

【 0 1 0 9 】

処理装置 9 3 は、入力部 9 3 a、取得部 9 3 b、第 1 算出部 9 3 c、第 2 算出部 9 3 d、記憶部 9 3 e 及び出力部 9 3 f を含む。

入力部 9 3 a には、被測定銅板 (導体板 1 0) の導電率 の算出に用いられる各種情報が入力される。例えば、誘電体共振器 9 1 の誘電体円柱 3 0 の直径 D 及び高さ L 等のほか、後述のような導電率 の算出処理に用いられる各種物性値、定数、特性式等の情報が入力される。

【 0 1 1 0 】

取得部 9 3 b は、ネットワークアナライザ 9 2 で得られた、周波数と S パラメータ (例えば S_{21}) との関係、即ち、誘電体共振器 9 1 の周波数特性の情報を取得する。

30

第 1 算出部 9 3 c は、取得部 9 3 b で取得された周波数特性の情報に基づき、測定共振モードの共振周波数 f 及び無負荷 Q 値を算出する。一例として、第 1 算出部 9 3 c は、周波数特性の情報から、測定共振モードの共振周波数 f を得て、その測定共振モードの波形の半値全幅 W を求めて、無負荷 Q 値を算出する。所謂 2 ポート法では、 $Q = f / W$ に従い、無負荷 Q 値を算出することができる。尚、第 1 算出部 9 3 c は、無負荷 Q 値を複数回算出し、それらの平均値を得ることもできる。

【 0 1 1 1 】

第 2 算出部 9 3 d は、第 1 算出部 9 3 c で算出された共振周波数 f 及び無負荷 Q 値 (又は無負荷 Q 値の平均値) の情報に基づき、誘電体共振器 9 1 の導体板 1 0 (被測定銅板) の導電率 を算出する。ここで、まず第 2 算出部 9 3 d が行う導電率 の算出の原理について述べる。

40

【 0 1 1 2 】

被測定銅板 (導体板 1 0) の表面抵抗 R_s は、次の式 (1) で表される。

$$R_s = 2 \sqrt{\frac{\epsilon_0}{\epsilon}} \frac{f^3 \mu_0}{\omega} L^3 / [n^2 (1 + FG)] \times [1 / Q \times (1 + FG / \epsilon) - t a n \delta] \cdots (1)$$

ここで、f は TE_{0mn} モードの共振周波数、Q は TE_{0mn} モードの無負荷 Q 値、 ϵ は比誘電率、 ϵ_0 は真空の誘電率、 μ_0 は真空の透磁率 (4×10^{-7} H / m)、L は誘電体円柱 3 0 の高さである。F、G は、それぞれ次の式 (2)、(3) で表される。

【 0 1 1 3 】

$$F = J_1^2(\epsilon L) / [J_1^2(\epsilon L) - J_0(\epsilon L) J_2(\epsilon L)] \cdots (2)$$

50

$$G = K_0(\quad) / [K_2(\quad) - K_1(\quad) K_1^2(\quad)] \cdots (3)$$

ここで、 $J_0(\quad)$ 及び $J_1(\quad)$ は第 1 種ベッセル関数、 $K_0(\quad)$ 及び $K_1(\quad)$ は第 2 種ベッセル関数であり、 \quad 及び \quad は更に、次の式 (4) ~ (6) で表される。

【0114】

$$= (2 D / \quad_0) \times [\quad_r - (\quad_0 / \quad_g)^2]^{1/2} \cdots (4)$$

$$= (2 D / \quad_0) \times [(\quad_0 / \quad_g) - 1]^{1/2} \cdots (5)$$

$$\quad_0 = c / f, \quad_g = 2 L / n \cdots (6)$$

ここで、 \quad_0 は共振波長、 \quad_g は伝搬波長、 c は光速、 D は誘電体円柱 30 の直径である。

【0115】

被測定銅板 (導体板 10) の導電率 \quad は、次の式 (7) で表される。

$$= f \mu / (\quad_0 R s^2) \cdots (7)$$

ここで、 μ は被測定銅板の透磁率、 \quad_0 は万国標準軟銅の導電率 ($5.8 \times 10^7 S / m$) である。尚、被測定銅板のような非磁性体では比透磁率 ($\mu_r = \mu / \mu_0$) は 1 である。

【0116】

誘電率 \quad は、誘電体円柱 30 の直径 D 、高さ L 、及び共振周波数 f から算出される。誘電損失 $\tan \delta$ は、無負荷 Q 値を用いて算出されるか、或いは、誘電体円柱 30 について予め取得された値が用いられる。導電率 \quad は、 $\tan \delta$ 、 D 、 L 、 f 、 Q 、 n に依存し、 f 、 Q 以外は既知の値か、或いは既知の値と f 、 Q から求めることができるため、 f 、 Q が測定により得られれば、得られたその f 、 Q に基づいて導電率 \quad を得ることができる。

【0117】

処理装置 93 の第 2 算出部 93 d は、第 1 算出部 93 c で算出された共振周波数 f 及び無負荷 Q 値の情報を用い、上記原理に基づき、式 (7) に示される被測定銅板 (導体板 10) の導電率 \quad を算出する。

【0118】

記憶部 93 e は、第 2 算出部 93 d での導電率 \quad の算出に用いられる各種情報を記憶する。例えば、記憶部 93 e は、取得部 93 b で取得される周波数特性の情報、第 1 算出部 93 c で算出される共振周波数 f 及び無負荷 Q 値の情報を記憶する。また、記憶部 93 e は、第 1 算出部 93 c 及び第 2 算出部 93 d によって算出される導電率 \quad のその算出過程で用いられる各種物性値、定数、特性式の情報、導電率 \quad の算出過程で得られる算出値の情報、算出の結果得られる導電率 \quad の情報等を記憶する。

【0119】

出力部 93 f は、第 2 算出部 93 d で算出された導電率 \quad の情報、或いは算出されて記憶部 93 e に記憶された導電率 \quad の情報を、例えば、モニタ等の表示装置に出力する。出力部 93 f は、導電率 \quad のほか、周波数特性、共振周波数 f 、無負荷 Q 値等の情報を出力することもできる。

【0120】

図 23 は第 5 の実施の形態に係る測定方法の一例を示す図である。

上記図 22 に示すような構成を有する測定装置 90 を用いた測定では、まず、誘電体共振器 91 (この例では上記第 1 の実施の形態で述べた誘電体共振器 1) が準備される。例えば、被測定銅板の導体板 10 と、無酸素銅板の導体板 20 との間に、所定の誘電体円柱 30、及びその誘電体円柱 30 が非接触で貫通する円孔 41 を有し支持体 50 で支持される導体板 40 を設け、誘電体共振器 91 (1) を組み立てる (図 1 ~ 図 3)。導体板 40 は、例えば支持体 50 を通じて導体板 10 及び導体板 20 に電氣的に接続される。このような誘電体共振器 91 の、誘電体円柱 30 の近傍に、自動で或いは手動で、励振線 60 を配置する (図 4)。

【0121】

このようにして準備された誘電体共振器 91 に対し、測定装置 90 は、ネットワークアナライザ 92 により、励振線 60 を通じて誘電体共振器 91 の励振及び検波を行い、周波数特性、例えば周波数と S_{21} との関係測定する (ステップ S1)。

10

20

30

40

50

【 0 1 2 2 】

次いで、測定装置 9 0 は、処理装置 9 3 の取得部 9 3 b により、ネットワークアナライザ 9 2 で測定された周波数特性の情報を取得する（ステップ S 2）。

次いで、測定装置 9 0 は、処理装置 9 3 の第 1 算出部 9 3 c により、取得部 9 3 b で取得された周波数特性の情報に基づき、測定共振モードである TE_{0mn} モードの共振周波数 f 及び無負荷 Q 値を算出する（ステップ S 3）。

【 0 1 2 3 】

次いで、測定装置 9 0 は、処理装置 9 3 の第 2 算出部 9 3 d により、第 1 算出部 9 3 c で算出された共振周波数 f 及び無負荷 Q 値の情報に基づき、上記原理に従い、被測定銅板の導体板 1 0 の導電率 を算出する（ステップ S 4）。

10

【 0 1 2 4 】

測定装置 9 0 は、導電率 の算出に用いられる各種情報、及び算出された導電率 の情報を、記憶部 9 3 e により記憶する（ステップ S 5）。

また、測定装置 9 0 は、算出された導電率 を、出力部 9 3 f により、モニタ等の表示装置に出力する（ステップ S 6）。

【 0 1 2 5 】

測定装置 9 0 は、このような処理を実行し、誘電体共振器 9 1 の導体板 1 0（被測定銅板）の導電率 を取得する。

測定装置 9 0 では、誘電体共振器 9 1 として、誘電体円柱 3 0 が非接触で円孔 4 1 を貫通し、導体板 1 0 及び導体板 2 0 の少なくとも一方に電氣的に接続された導体板 4 0 を設けたものが用いられる。測定時には、この導体板 4 0 により、不要共振モードが選択的に消失或いは低減されるため、所定の測定共振モード、即ち TE_{0mn} モードについて、適正な共振周波数 f 及び無負荷 Q 値を得ることができる。その結果、それらを用いて算出される導電率 についても、適正な値を得ることができる。

20

【 0 1 2 6 】

例えば、近年のプリント基板の信号は、高速化が進み、GHz 帯の伝送速度になっている。高速伝送が可能なプリント基板の設計においては、伝送損失を適正に見積もることが重要になる。伝送損失の要因の 1 つとして、プリント基板の、配線等の導体部の導電率が挙げられる。高周波における導電率 には、主に導体部表面に電流が集中する表皮効果と、導体部表面の凹凸形状が影響してくる。そのため、伝送損失はプリント基板毎に異なる可能性があり、伝送損失に影響し得る導体部の導電率 は、プリント基板毎に適正に測定できることが望ましい。

30

【 0 1 2 7 】

GHz 帯域における導電率 の測定手法として、誘電体共振器を用いたものが知られているが、前述のように、測定共振モードのほかに不要共振モードが混在して発生すると、適正な共振周波数 f 、無負荷 Q 値、導電率 が得られない可能性が生じる。

【 0 1 2 8 】

これに対し、上記のような導体板 4 0 を用いた誘電体共振器 9 1 によれば、不要共振モードを選択的に消失或いは低減し、適正な共振周波数 f 、無負荷 Q 値、導電率 を得ることが可能になる。上記測定装置 9 0 及びそれを用いた測定方法によれば、適正な共振周波数 f 、無負荷 Q 値、導電率 を得て、プリント基板の、配線等の導体部の伝送損失を適正に見積もり、高速伝送が可能なプリント基板の設計に貢献することができる。

40

【 0 1 2 9 】

尚、共振周波数 f 及び無負荷 Q 値は、前述のような 2 ポート法のほか、所謂 1 ポート法によって求めることもできる。この場合は、ネットワークアナライザ 9 2 を用い、S パラメータとして S_{11} を求め、周波数と S_{11} との関係を取得する。この関係に基づき、測定共振モードの共振周波数 f を得て、その測定共振モードの波形の半値全幅 W を求めて、無負荷 Q 値を算出する。1 ポート法では、 $Q = 2 \times f / W$ に従い、無負荷 Q 値を算出することができる。

【 0 1 3 0 】

50

また、上記のような測定装置 90 が備える処理装置 93 の処理機能は、コンピュータを用いて実現することができる。

図 24 はコンピュータのハードウェアの構成例を示す図である。

【0131】

コンピュータ 200 は、プロセッサ 201 によって制御される。プロセッサ 201 には、バス 209 を介して R A M (Random Access Memory) 202 と複数の周辺機器が接続されている。プロセッサ 201 は、マルチプロセッサであってもよい。プロセッサ 201 には、C P U (Central Processing Unit)、M P U (Micro Processing Unit)、D S P (Digital Signal Processor)、A S I C (Application Specific Integrated Circuit)、又は P L D (Programmable Logic Device) 等が用いられる。

10

【0132】

R A M 202 は、コンピュータ 200 の主記憶装置である。R A M 202 には、プロセッサ 201 に実行させる O S (Operating System) のプログラムやアプリケーションプログラムの少なくとも一部が一時的に格納される。また、R A M 202 には、プロセッサ 201 による処理に必要な各種データが格納される。

【0133】

バス 209 に接続される周辺機器としては、H D D (Hard Disk Drive) 203、グラフィック処理装置 204、入力インタフェース 205、光学ドライブ装置 206、機器接続インタフェース 207 及びネットワークインタフェース 208 がある。

20

【0134】

H D D 203 は、内蔵したディスクに対して、磁氣的にデータの書き込み及び読み出しを行う。H D D 203 は、コンピュータ 200 の補助記憶装置である。H D D 203 には、O S のプログラム、アプリケーションプログラム、及び各種データが格納される。尚、補助記憶装置として、フラッシュメモリ等の半導体記憶装置が用いられてもよい。

【0135】

グラフィック処理装置 204 には、モニタ 211 が接続される。グラフィック処理装置 204 は、プロセッサ 201 からの命令に従って、画像をモニタ 211 の画面に表示させる。

【0136】

入力インタフェース 205 には、キーボード 212 とマウス 213 とが接続される。入力インタフェース 205 は、キーボード 212 やマウス 213 から送られてくる信号をプロセッサ 201 に送信する。尚、マウス 213 は、ポインティングデバイスの一例であり、タッチパネル、タブレット、タッチパッド、トラックボール等の他のポインティングデバイスが用いられてもよい。

30

【0137】

光学ドライブ装置 206 は、レーザ光等を利用して、光ディスク 214 に記録されたデータの読み取りを行う。光ディスク 214 には、D V D (Digital Versatile Disc)、D V D - R A M、C D - R O M (Compact Disc Read Only Memory)、C D - R (Recordable) / R W (ReWritable) 等がある。

【0138】

機器接続インタフェース 207 は、コンピュータ 200 に周辺機器を接続するための通信インタフェースである。例えば、機器接続インタフェース 207 には、メモリ装置 215 やメモリリーダライタ 216 が接続される。メモリ装置 215 は、機器接続インタフェース 207 との通信機能を搭載した記録媒体である。メモリリーダライタ 216 は、カード型の記録媒体であるメモリカード 217 へのデータの書き込み、又はメモリカード 217 からのデータの読み出しを行う装置である。

40

【0139】

ネットワークインタフェース 208 は、ネットワーク 210 に接続される。ネットワークインタフェース 208 は、ネットワーク 210 を介して、他のコンピュータ又は通信機器との間でデータの送受信を行う。

50

【0140】

以上のようなハードウェア構成によって、測定装置90が備える処理装置93の処理機能を実現することができる。

コンピュータ200は、例えば、コンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録されたプログラムを実行することにより、測定装置80, 90の処理機能を実現する。当該プログラムは、様々な記録媒体に記録しておくことができる。例えば、コンピュータ200に実行させるプログラムをHDD203に格納しておくことができる。プロセッサ201は、HDD203内のプログラムの少なくとも一部をRAM202にロードし、プログラムを実行する。また、コンピュータ200に実行させるプログラムを、光ディスク214、メモリ装置215、メモリカード217等の可搬型記録媒体に記録しておくこともできる。可搬型記録媒体に格納されたプログラムは、例えば、プロセッサ201からの制御により、HDD203にインストールされた後、実行可能となる。また、プロセッサ201が可搬型記録媒体から直接プログラムを読み出して実行することもできる。

10

【0141】

以上説明した実施の形態に関し、更に以下の付記を開示する。

(付記1) 第1導体板と、

前記第1導体板に対向する第2導体板と、

前記第1導体板と前記第2導体板との間に設けられる誘電体円柱と、

前記第1導体板と前記第2導体板との間に設けられ、前記誘電体円柱が非接触で貫通する孔を有する第3導体板と

20

を含むことを特徴とする誘電体共振器。

【0142】

(付記2) 前記第3導体板は、前記第1導体板と前記第2導体板の少なくとも一方に電氣的に接続されることを特徴とする付記1に記載の誘電体共振器。

(付記3) 前記第1導体板と前記第2導体板との間に設けられ、前記第3導体板を支持して前記第1導体板及び前記第2導体板の各々から所定距離の位置に保持する支持体を更に含むことを特徴とする付記1又は2に記載の誘電体共振器。

【0143】

(付記4) 前記支持体が導電性を有し、前記支持体を用いて、前記第1導体板と前記第2導体板の少なくとも一方と、前記第3導体板とが電氣的に接続されることを特徴とする付記3に記載の誘電体共振器。

30

【0144】

(付記5) 前記第1導体板と前記第2導体板の少なくとも一方と前記支持体との間に設けられた高さ調整部材を更に含むことを特徴とする付記3又は4に記載の誘電体共振器。

【0145】

(付記6) 前記支持体及び前記高さ調整部材が導電性を有し、

前記支持体及び前記高さ調整部材を用いて、前記第1導体板と前記第2導体板の少なくとも一方と、前記第3導体板とが電氣的に接続されることを特徴とする付記5に記載の誘電体共振器。

40

【0146】

(付記7) 前記誘電体円柱の近傍に設けられる励振線を更に含むことを特徴とする付記1乃至6のいずれかに記載の誘電体共振器。

(付記8) 前記第1導体板、前記第2導体板及び前記第3導体板の外形サイズが同じであることを特徴とする付記1乃至7のいずれかに記載の誘電体共振器。

【0147】

(付記9) 前記孔の内径は、前記誘電体円柱の直径の1.5倍以上であることを特徴とする付記1乃至8のいずれかに記載の誘電体共振器。

(付記10) 第1導体板と、

前記第1導体板に対向する第2導体板と、

50

前記第 1 導体板と前記第 2 導体板との間に設けられる誘電体円柱と、
 前記第 1 導体板と前記第 2 導体板との間に設けられ、前記誘電体円柱が非接触で貫通する孔を有する第 3 導体板と
 を含む誘電体共振器と、
 前記誘電体共振器の周波数特性を測定する測定部と、
 前記測定部で測定された前記周波数特性に基づいて共振周波数及び無負荷 Q 値を算出する処理部と
 を含むことを特徴とする測定装置。

【0148】

(付記 11) 前記第 3 導体板は、前記第 1 導体板と前記第 2 導体板の少なくとも一方に電氣的に接続されることを特徴とする付記 10 に記載の測定装置。 10

(付記 12) 前記処理部は更に、算出された前記共振周波数及び前記無負荷 Q 値に基づいて前記第 1 導体板の導電率を算出することを特徴とする付記 10 又は 11 に記載の測定装置。

【0149】

(付記 13) 第 1 導体板と、
 前記第 1 導体板に対向する第 2 導体板と、
 前記第 1 導体板と前記第 2 導体板との間に設けられる誘電体円柱と、
 前記第 1 導体板と前記第 2 導体板との間に設けられ、前記誘電体円柱が非接触で貫通する孔を有する第 3 導体板と
 を含む誘電体共振器の周波数特性を測定し、
 測定された前記周波数特性に基づいて共振周波数及び無負荷 Q 値を算出することを特徴とする測定方法。 20

【0150】

(付記 14) 前記第 3 導体板は、前記第 1 導体板と前記第 2 導体板の少なくとも一方に電氣的に接続されることを特徴とする付記 13 に記載の測定方法。

(付記 15) 算出された前記共振周波数及び前記無負荷 Q 値に基づいて前記第 1 導体板の導電率を算出することを特徴とする付記 13 に記載の測定方法。

【符号の説明】

【0151】

1, 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F, 81, 91, 100 誘電体共振器

10, 20, 40 導体板

11, 21 絶縁層

30 誘電体円柱

31 上端面

32 下端面

33 側端面

34 ギャップ

41 円孔

41a 内縁 40

50 支持体

60 励振線

61 同軸ケーブル

62 ループアンテナ

70 調整部材

80, 90 測定装置

82 測定部

83 処理部

92 ネットワークアナライザ

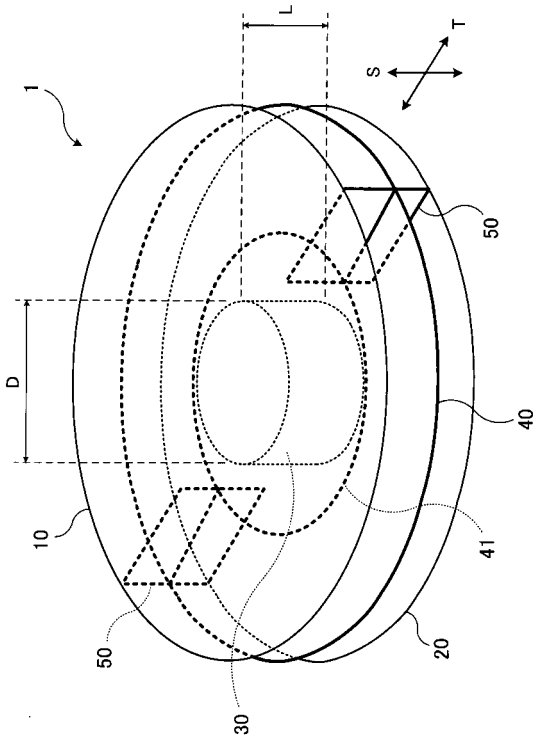
93 処理装置 50

- 9 3 a 入力部
- 9 3 b 取得部
- 9 3 c 第 1 算出部
- 9 3 d 第 2 算出部
- 9 3 e 記憶部
- 9 3 f 出力部
- 2 0 0 コンピュータ
- 2 0 1 プロセッサ
- 2 0 2 R A M
- 2 0 3 H D D
- 2 0 4 グラフィック処理装置
- 2 0 5 入力インタフェース
- 2 0 6 光学ドライブ装置
- 2 0 7 機器接続インタフェース
- 2 0 8 ネットワークインタフェース
- 2 0 9 バス
- 2 1 0 ネットワーク
- 2 1 1 モニタ
- 2 1 2 キーボード
- 2 1 3 マウス
- 2 1 4 光ディスク
- 2 1 5 メモリ装置
- 2 1 6 メモリリーダライタ
- 2 1 7 メモリカード

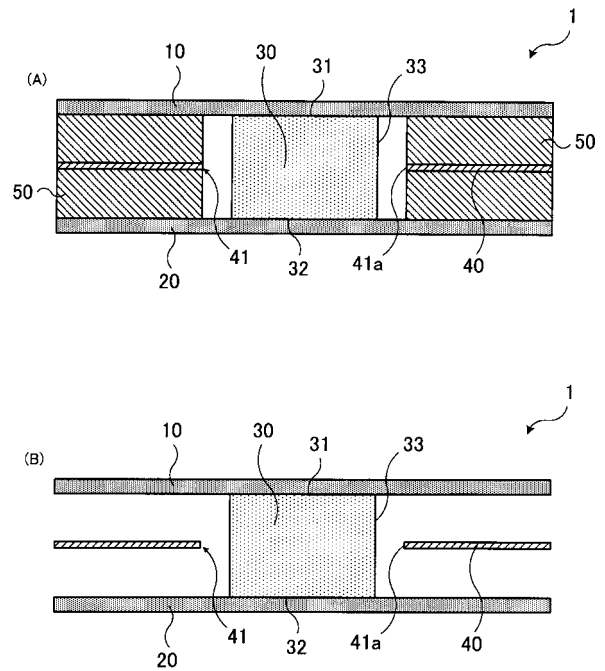
10

20

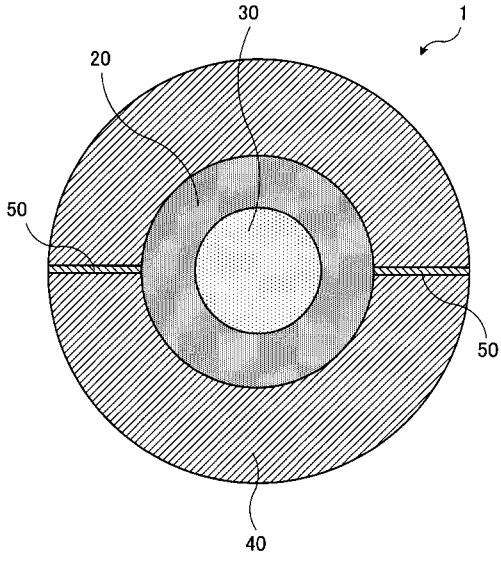
【 図 1 】



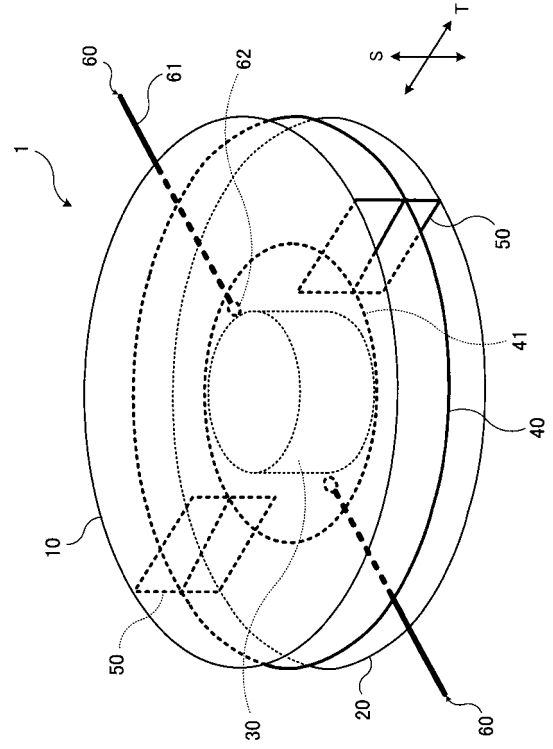
【 図 2 】



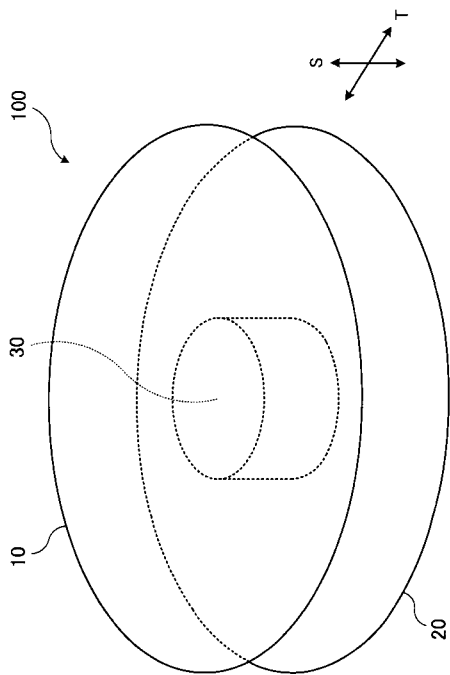
【 図 3 】



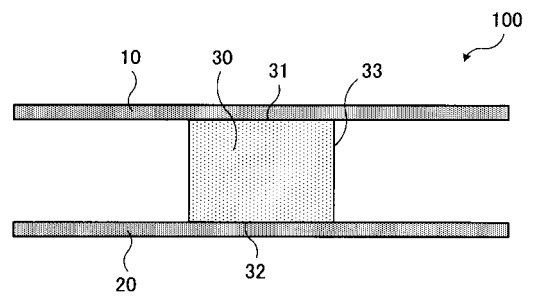
【 図 4 】



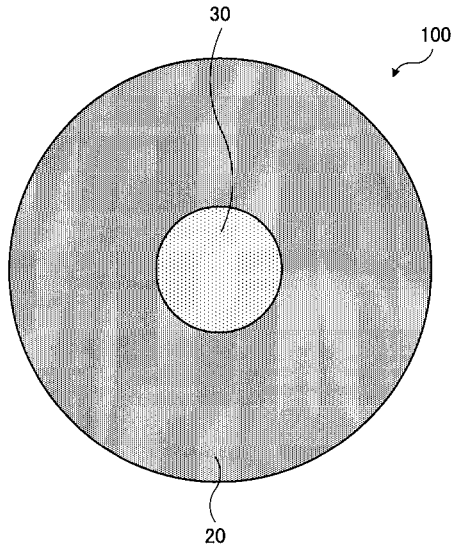
【 図 5 】



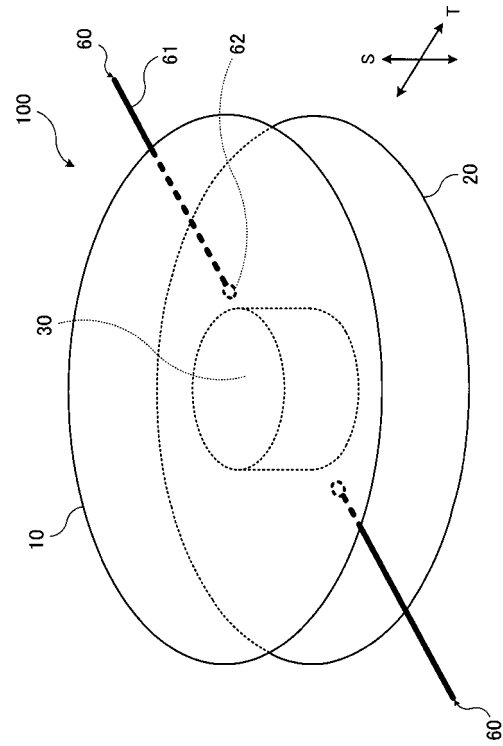
【 図 6 】



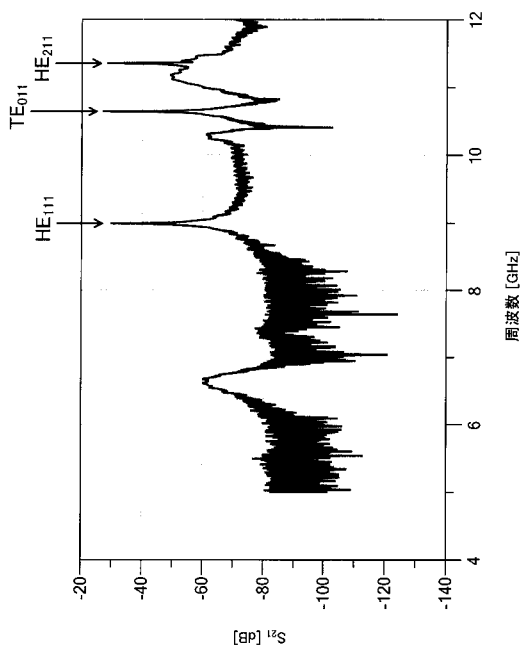
【 図 7 】



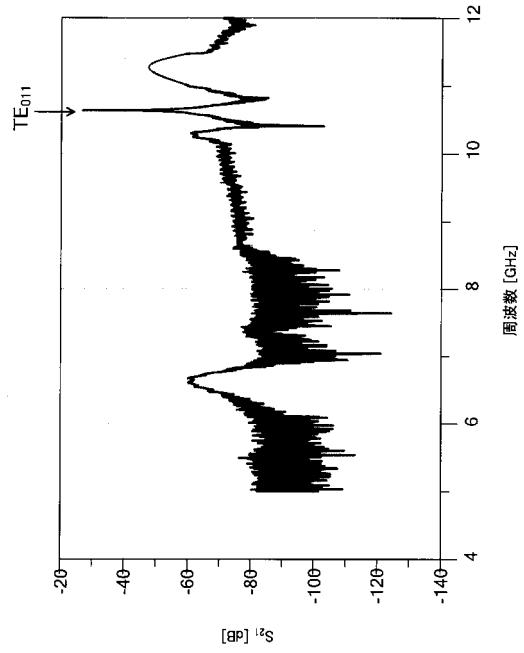
【 図 8 】



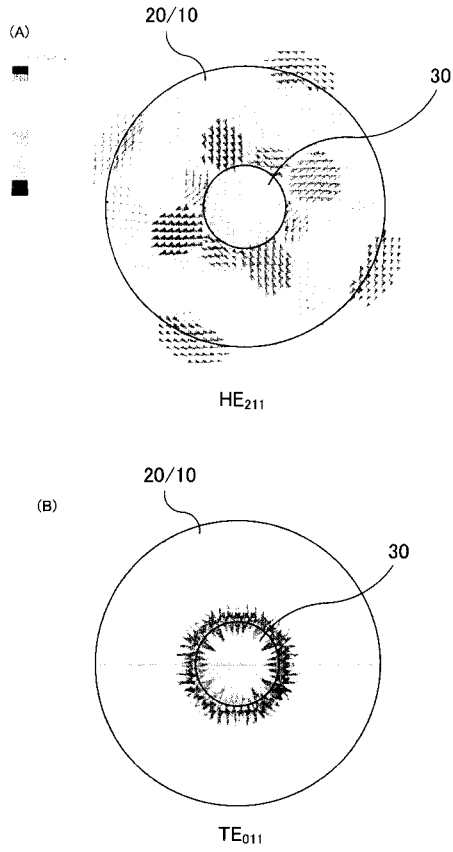
【 図 9 】



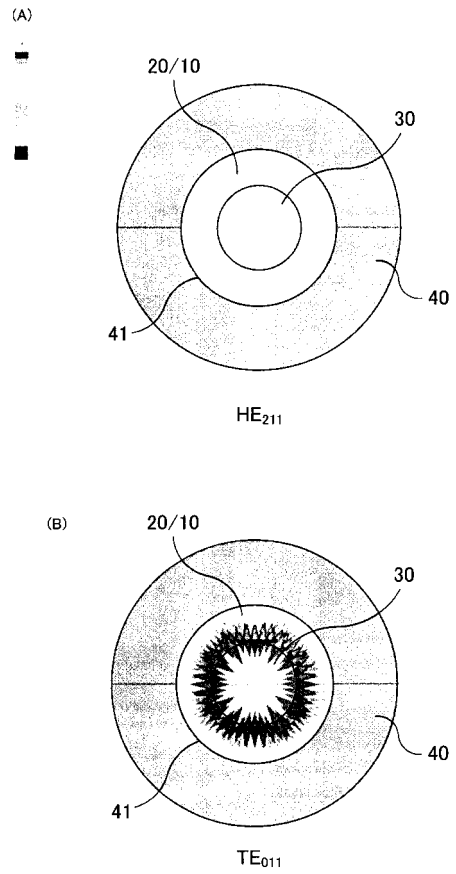
【 図 10 】



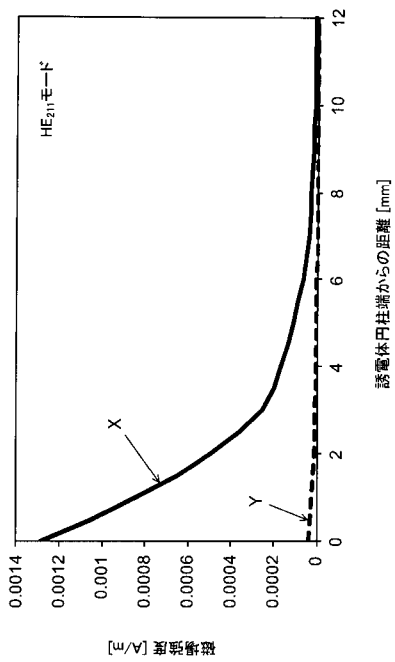
【図 1 1】



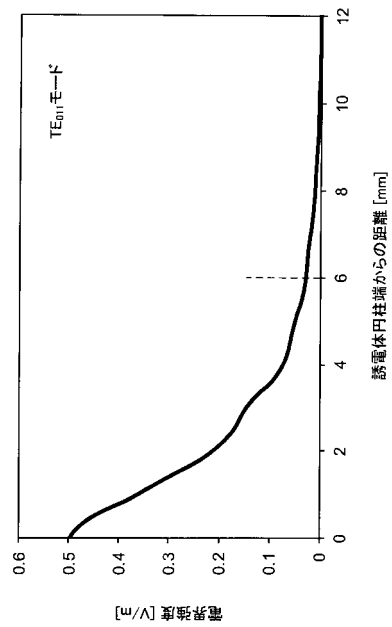
【図 1 2】



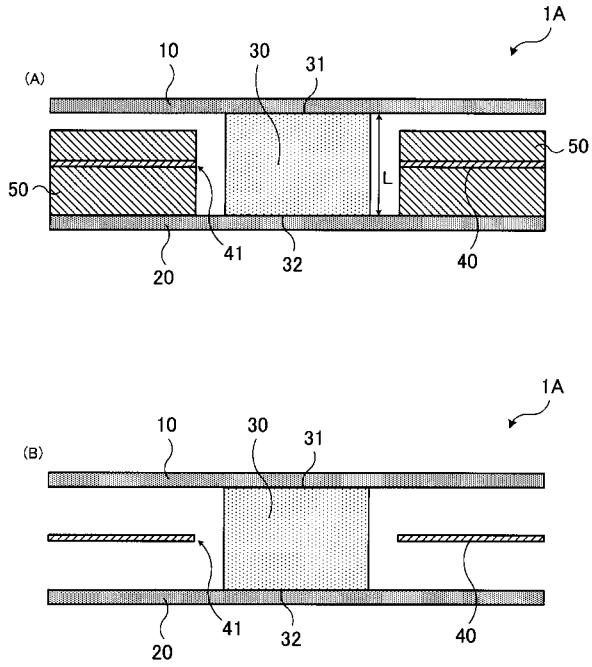
【図 1 3】



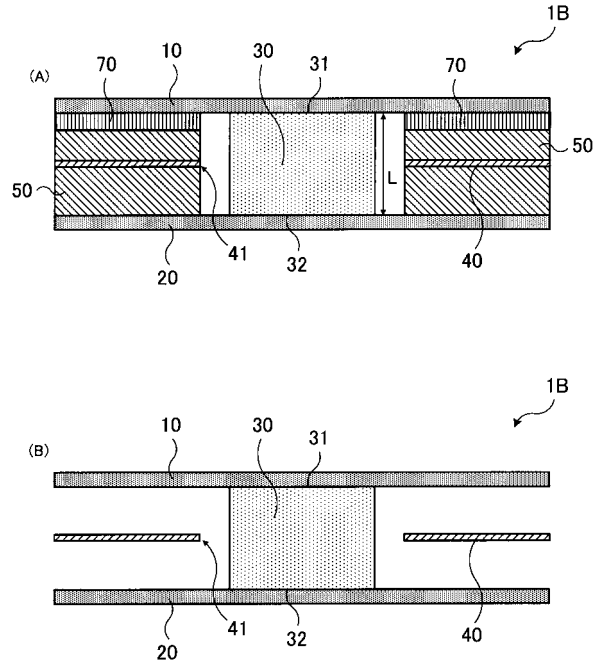
【図 1 4】



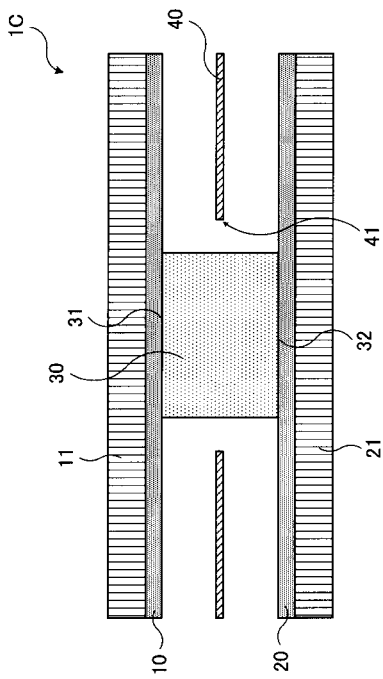
【 図 1 5 】



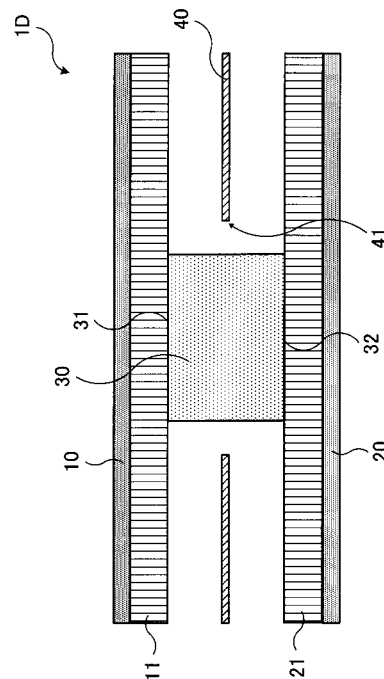
【 図 1 6 】



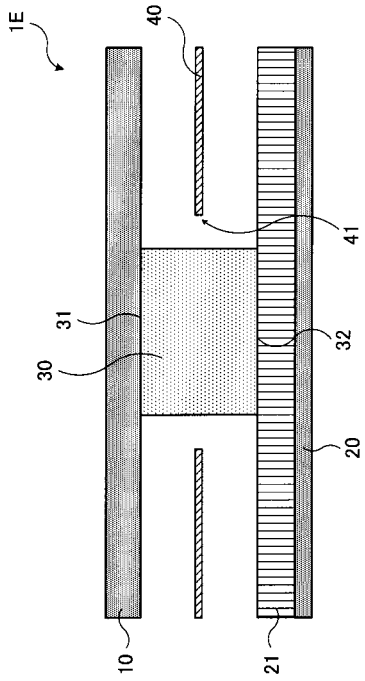
【 図 1 7 】



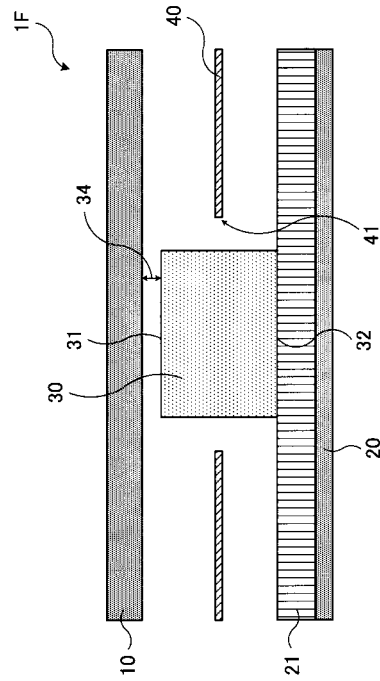
【 図 1 8 】



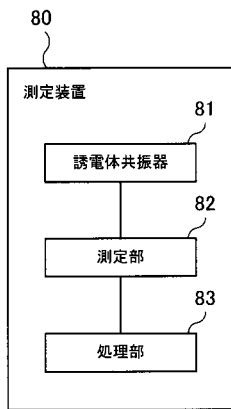
【図19】



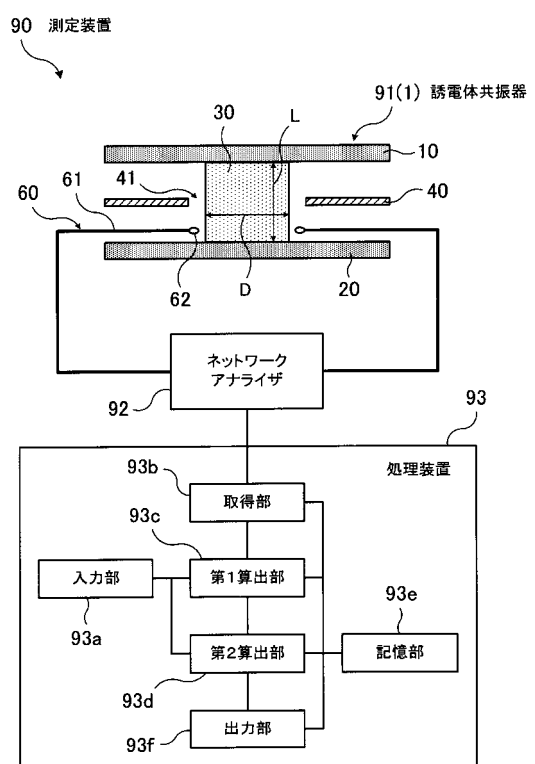
【図20】



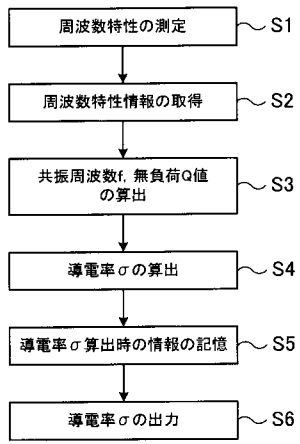
【図21】



【図22】



【 図 2 3 】



【 図 2 4 】

