

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3207114号  
(P3207114)

(45) 発行日 平成13年9月10日 (2001.9.10)

(24) 登録日 平成13年7月6日 (2001.7.6)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I
H 0 1 P 7/04		H 0 1 P 7/04
11/00		11/00 J

請求項の数 5 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願平8-122380	(73) 特許権者	000204284 太陽誘電株式会社 東京都台東区上野6丁目16番20号
(22) 出願日	平成8年4月20日 (1996.4.20)	(72) 発明者	相川 豊 東京都台東区上野6丁目16番20号 太陽誘電株式会社内
(65) 公開番号	特開平9-289407	(72) 発明者	伊藤 光由 東京都台東区上野6丁目16番20号 太陽誘電株式会社内
(43) 公開日	平成9年11月4日 (1997.11.4)	(72) 発明者	上原 孝行 東京都台東区上野6丁目16番20号 太陽誘電株式会社内
審査請求日	平成11年4月6日 (1999.4.6)	(74) 代理人	100090413 弁理士 梶原 康稔 (外1名)
		審査官	新川 圭二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 誘電体共振器

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 誘電体素体の内外周に内部電極及び外部電極が形成されており、これら内部電極と外部電極の膜厚の間に、所望のQ値を考慮して差を設けるとともに、共振器端面のエッジ部の導体膜厚を、隣接する電極の膜厚と同等若しくはそれ以上に設定したことを特徴とする誘電体共振器。

【請求項2】 誘電体素体の内外周に内部電極及び外部電極が形成されており、これら内部電極の膜厚  $r_a$  と外部電極の膜厚  $r_b$  とが、

$$r_a < r_b$$

の関係を満たすことを特徴とする誘電体共振器。

【請求項3】 誘電体素体の内外周に銀の厚膜によって内部電極及び外部電極が形成されており、これら内部電極の膜厚  $r_a$  と外部電極の膜厚  $r_b$  とが、

2

$$r_a \geq 2 \mu m$$

$$r_b \geq 3 \mu m$$

の関係を満たすことを特徴とする請求項2記載の誘電体共振器。

【請求項4】 誘電体素体の内外周に銀又は銅によるメッキ膜によって内部電極及び外部電極が形成されており、これら内部電極の膜厚  $r_a$  と外部電極の膜厚  $r_b$  とが、

$$r_a \geq 1 \mu m$$

$$10 \quad r_b \geq 2 \mu m$$

$$r_b \geq r_a - 2 \mu m$$

の関係を満たすことを特徴とする請求項2記載の誘電体共振器。

【請求項5】 請求項2, 3, 又は4のいずれかに記載の誘電体共振器において、

共振器端面のエッジ部の導体膜厚を、隣接する電極の膜厚と同等若しくはそれ以上に設定したことを特徴とする誘電体共振器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、高周波回路で使用される誘電体共振器にかかり、更に具体的には、そのQ（クオリティファクタ、先鋭度）の改良に関するものである。

【0002】

【背景技術】マイクロ波などの高周波帯域を利用した携帯電話などの電子機器が普及しているが、これらについても、他の機器と同様に小型化、軽量化の要求が高まっている。ところで、高周波帯で機器の小型化を更に進めるためには、誘電体共振器などの電子部品の小型化、高性能化を図る必要がある。

【0003】例えば、携帯電話では、一本のアンテナを送受信で共用するための誘電体共振器を含むデュプレキサがアンテナと送受信回路との間に通常設けられている。図6は誘電体共振器の一例であり、(A)の斜視図の#6-#6線に沿って矢印方向に見た断面が(B)に示されている。

【0004】電極形成方法を説明すると、まず、中心孔を有する肉厚の円筒状のセラミックなどによって形成された誘電体ブロック100の内外表面及び端面には、メッキなどによって導体による内部電極102、外部電極104、短絡電極106（一方のみ図示）がそれぞれ形成される。そして、短絡電極106のうちの一方、図示の例では上側端面の短絡電極が削除される。これによって、内部電極102が外部電極104に短絡電極106で短絡された構造となり、TEMモード、1/4波長タイプの誘電体共振器が得られる。誘電体共振器の電極は、このような手法で形成されるため、内外面及び端面においてほぼ均一の膜厚となる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、誘電体共振器の小型化、高性能化を図るためには、共振器の形状に応じた良好なQ特性を維持する必要がある。上述した背景技術の誘電体共振器の場合、電極導体の膜厚が全表面でほぼ均一となっているが、この場合の導体膜厚とQ値との関係は、例えば図7に示すようになる。同図の例は、周波数1GHzで、導体膜厚を増大させたときのQ値の変化を示したもので、膜厚15μm付近でQは飽和してピーク値となっている。

【0006】誘電体共振器の電極導体内を電流が正常に伝搬するためには、よく知られているように、電極導体の膜厚が少なくとも表皮深さ以上でなければならない。しかし、膜厚を表皮深さ以上に大きくすると、今度は渦電流などの派生効果が生ずるとともに、これに基づく損失電力が増すため、却ってQ値は減少する。この結果、

Q値は、図7に示すように、電極膜厚に対してピーク値をとるようになる。背景技術では、このピーク値よりも大きなQ値を得ることはできない。

【0007】更に、電極導体の形成過程で、誘電体ブロック100のエッジ部分で導体膜厚が薄くなると、共振器のQ値が低下する傾向がある。フィルタやデュプレキサなどでは、Q値が特性に大きく影響し、一般的にはQ値が高いほど良好な周波数特性が得られる。

【0008】この発明は、以上の点に着目したもので、良好なQ値を得ることができ、機器の小型化、軽量化に寄与できる誘電体共振器を提供することを、その目的とするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】

【0010】前記目的を達成するため、この発明は、誘電体素体の内部電極及び外部電極の膜厚の間に、所望のQ値に相当する差を設けるとともに、共振器端面のエッジ部の導体膜厚を、隣接する電極の膜厚と同等若しくはそれ以上に設定したものである。主要な態様によれば、内部電極の膜厚raと外部電極の膜厚rbは、ra<rbの関係を満たすように設定される。

【0011】更に具体的には、銀の厚膜によって電極が形成される場合は、内部電極の膜厚raと外部電極の膜厚rbとが、ra≥2μm、rb≥3μmの関係を満たすように設定される。この範囲には、Q>290を得ることができる範囲が含まれる。また、銀又は銅によるメッキ膜によって電極が形成される場合は、内部電極の膜厚raと外部電極の膜厚rbとが、ra≥1μm、rb≥2μm、rb≥ra-2μmの関係を満たすように設定される。この範囲には、Q>230を得ることができる範囲が含まれる。

【0012】他の発明によれば、誘電体共振器端面のエッジ部の導体膜厚が、隣接する電極の膜厚と同等若しくはそれ以上となるように設定される。

【0013】

【0014】この発明の前記及び他の目的、特徴、利点は、以下の詳細な説明及び添付図面から明瞭になる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、発明の実施の形態について、実施例を参照しながら詳細に説明する。本発明にかかる誘電体共振器は、例えば、マイクロ波帯におけるフィルタやアンテナを共用するためのデュプレキサなどに好適である。

【0016】誘電体共振器の内外導体に着目すると、内部電極102と外部電極104ではその径が異なるが、このような相違は導体損に基づく損失電力の相違となって表われる。してみると、内部電極102の膜厚raと、外部電極104膜厚rbとで、Q値が最大となる最適膜厚が異なる可能性がある。本実施例は、このような観点に基づくもので、良好なQ値を得るため、内外導体

の膜厚の最適設計を行うようにしたものである。

【0017】

【実施例1】最初に、図1～図2を参照しながら実施例1について説明する。この実施例1は、主として銀の厚膜電極の場合の例である。例えば、長さ8.3mm、外径2.95mm、内径0.83mmの円筒状誘電体素体に銀電極を施した誘電体共振器の内外銀電極の膜厚を (ra, rb) = (10, 10) μm、すなわち内外で同一とした場合はQ=281.2である。しかし、膜厚を (ra, rb) = (6, 10) μm、すなわち内外で異なる膜厚とした場合はQ=297.5と増大する。このように、内外の膜厚を調整することにより、一定の膜厚範囲においてQ値を最大とする最適膜厚の設計が可能となる。

【0018】次に、具体的な測定例について説明する。まず、Q値の測定に必要なサンプルの製造方法から説明する。なお、図1には、主要工程における誘電体ブロックの断面(図6の(B)に相当)が示されている。

【0019】(1) 比誘電率81、外径2.95mm、内径0.83mm、長さ8.3mmの誘電体素体10を多数用意して洗浄し、表面の油脂等による汚れを取り除く(図1(A)参照)。

【0020】(2) 誘電体素体の外周面にレジスト12を塗布して乾燥し、マスキングする(図1(B)参照)。

【0021】(3) マスキング後の誘電体素体10を、適宜の溶液に銀ペーストを溶解した銀ディップ液に浸漬し、引き上げ後熱処理炉にて乾燥する。この操作をn回繰り返し、内部電極14及び短絡電極16、18が形成されたサンプルnを得る(図1(C)参照)。サンプル\*

\* nを、各nについてそれぞれ20個づつ用意する。つまり、n=1のサンプルを20個、n=2のサンプルを20個、n=3のサンプルを20個、……という具合に、nの各値毎に20個づつサンプルを得る。

【0022】(4) 全てのサンプルの外周面のレジスト12を溶剤などを利用して除去する(図1、(D)参照)。そして、誘電体素体10の内周面側を栓20で塞ぐ(図1(E)参照)。

【0023】(5) 以上のサンプルnにつき、前記(3)の手法により外部電極22を形成する(図1(F)参照)。ディップ工程はm回(m=1~20)順に繰り返し、サンプル(n, m)を得る。1回のディップが例えば1μmに相当する場合、結局内外電極の膜厚がそれぞれ1~20μmの間で変化した400個のサンプルが得られる。

【0024】(6) 次に、すべてのサンプルについて内周面側の栓20を外すとともに(図1(G)参照)、片側端面の電極、例えば短絡電極16をを削除する(図1(H)参照)。これにより、内外電極膜厚(ra, rb)が(1, 1)μmから(20, 20)μmまで変化する合計400個の誘電体共振器のサンプルが得られる。

【0025】以上のようにして得たサンプルにつき、Q値を測定したところ、以下の表1に示すような結果が得られた。図2は、外部電極膜厚rbをパラメータとし、内部電極膜厚raを変化させたときのQ値の変化の様子を示すグラフであり、表1中のrb=5, 10, 15μmの場合が示されている。

【0026】

【表1】

表1 銀厚膜電極

		ra										内部電極膜厚(μm)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
外部電極膜厚(μm)	1	86.8	120.9	137.4	145.2	148.3	148.8	147.9	146.4	144.7	143.0	141.3	139.7	138.2	136.9	135.7	134.6	133.6	132.6	131.8	131.0
	2	103.9	150.7	172.7	182.0	184.6	183.8	181.3	178.0	174.6	171.2	168.1	165.1	162.5	160.1	157.9	155.9	154.2	152.5	151.0	149.6
	3	112.7	168.9	196.6	208.6	212.0	211.0	207.7	203.5	199.0	194.6	190.4	186.6	183.0	179.8	176.9	174.2	171.8	169.6	167.5	165.6
	4	118.0	181.1	213.5	228.2	232.9	232.2	228.8	224.1	219.0	213.9	209.1	204.5	200.4	196.5	193.0	189.8	186.9	184.2	181.7	179.4
	5	121.5	189.7	226.0	243.1	249.2	249.1	245.6	240.9	235.5	230.0	224.7	219.7	215.0	210.8	206.8	203.2	199.9	196.8	193.9	191.3
	6	124.0	196.1	235.4	254.7	262.0	262.6	259.6	254.8	249.2	243.5	237.9	232.6	227.6	223.0	218.8	214.8	211.2	207.8	204.7	201.8
	7	125.9	200.9	242.8	263.9	272.4	273.7	271.0	266.4	260.8	255.0	249.2	243.7	238.5	233.7	229.2	225.0	221.1	217.5	214.2	211.1
	8	127.3	204.7	248.7	271.3	280.9	282.9	280.7	276.2	270.7	264.9	259.1	253.4	248.1	243.1	238.5	234.1	230.0	226.3	222.7	219.4
	9	128.4	207.7	253.5	277.5	288.1	290.8	288.9	284.7	279.4	273.6	267.7	262.0	256.6	251.5	246.7	242.2	238.1	234.1	230.5	227.0
	10	129.3	210.2	257.5	282.7	294.2	297.5	296.1	292.1	286.9	281.2	275.4	269.7	264.2	259.1	254.2	249.6	245.3	241.3	237.6	234.0
	11	130.0	212.3	260.9	287.2	299.5	303.3	302.3	298.7	293.6	288.0	282.3	276.6	271.1	265.9	261.0	256.4	252.0	247.9	244.1	240.4
	12	130.6	214.0	263.8	291.0	304.0	308.5	307.9	304.5	299.6	294.2	288.5	282.8	277.4	272.2	267.2	262.5	258.1	254.0	250.1	246.4
	13	131.1	215.6	266.3	294.4	308.1	313.0	312.8	309.7	305.0	299.7	294.1	288.5	283.1	277.9	272.9	268.3	263.8	259.6	255.7	251.9
	14	131.6	216.9	268.5	297.4	311.7	317.1	317.2	314.4	309.9	304.7	299.2	293.7	288.3	283.2	278.2	273.5	269.1	264.9	260.9	257.1
	15	132.0	218.0	270.5	300.0	314.9	320.7	321.2	318.6	314.4	309.3	304.0	298.5	293.2	288.1	283.1	278.4	274.0	269.8	265.8	262.0
	16	132.4	219.1	272.2	302.4	317.8	324.0	324.8	322.5	318.5	313.6	308.3	303.0	297.7	292.6	287.7	283.0	278.6	274.4	270.3	266.5
	17	132.7	220.0	273.8	304.5	320.4	327.1	328.2	326.1	322.2	317.5	312.3	307.1	301.9	296.8	292.0	287.3	282.9	278.7	274.6	270.8
	18	132.9	220.8	275.2	306.5	322.8	329.8	331.2	329.4	325.7	321.1	316.0	310.9	305.8	300.8	295.9	291.3	286.9	282.7	278.7	274.9
	19	133.2	221.6	276.5	308.3	325.0	332.3	334.0	332.4	328.9	324.4	319.5	314.4	309.4	304.5	299.7	295.1	290.7	286.5	282.5	278.7
	20	133.4	222.3	277.6	309.9	327.0	334.7	336.6	335.2	331.9	327.6	322.8	317.8	312.8	307.9	303.2	298.7	294.3	290.1	286.1	282.3

【0027】この表1ないし図2に示すように、内外電極膜厚(ra, rb)が一致するサンプルよりも、一致しないサンプル、具体的にはra<rbのサンプルの方が大きなQ値となっている。この結果からすれば、内外電極

膜厚(ra, rb)の最適設計を行うことで、良好なQ値の誘電体共振器を得ることができる。

【0028】次に、表1から良好なQ値が得られる範囲を求めてみる。まず、内部電極膜厚raが1μm以下では

大きなQ値は得られず、 $r_a \geq 2 \mu\text{m}$ 、好ましくは $4 \leq r_a \leq 15 \mu\text{m}$ の範囲で良好な結果を得ることができる。次に、外部電極膜厚 $r_b$ については、 $2 \mu\text{m}$ 以下ではかなり低いQ値しか得られないが、 $r_b \geq 3 \mu\text{m}$ とすることで相当高いQ値を得ることができる。特に、 $r_b \geq 10 \mu\text{m}$ とすることで非常に高いQ値が得られる。

【0029】以上の結果をまとめると、

- (1)  $r_a \geq 2 \mu\text{m}$ 、 $r_b \geq 3 \mu\text{m}$
- (2)  $4 \leq r_a \leq 15 \mu\text{m}$ 、 $r_b \geq 10 \mu\text{m}$

の順で良好なQ値が得られている。具体的には、 $r_a = r_b$ とした場合と比較して290以上のQ値を得ることができる。

【0030】

【実施例2】次に、図3を参照しながら実施例2について説明する。上述した実施例1は主として銀の厚膜内外電極を形成した場合であるが、この実施例2は銀又は銅のメッキによって内外電極を形成した場合である。本実施例でも、同様にして多数のサンプルを作成し、前記実施例と同様の測定を行った。

【0031】(1) 比誘電率81、外径2.95mm、内径0.83mm、長さ8.3mm(実施例1と同一寸法である)の誘電体素体を多数用意して洗浄し、表面の油脂等による汚れを取り除く。

【0032】(2) 誘電体素体の外周面をマスキングする。

【0033】(3) マスキング後の誘電体素体に、銅メッキを施す。メッキ条件は、メッキ膜厚が $1 \mu\text{m}$ から $15 \mu\text{m}$ までの15通りとなるように調整する。そして、

表2 銅メッキ電極

		内部電極膜厚( $\mu\text{m}$ )														
		r a														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
r b	1	113.8	141.0	153.0	158.0	158.4	156.5	153.1	148.9	144.2	139.3	134.5	129.7	125.1	120.7	116.4
	2	154.6	183.6	190.9	188.5	181.7	172.9	163.4	154.0	145.1	138.7	129.0	121.9	115.4	109.5	104.1
	3	184.0	213.8	217.3	210.1	198.4	185.2	172.0	159.6	148.1	137.7	128.4	120.1	112.6	105.8	99.8
	4	207.3	237.0	237.6	226.7	211.5	195.3	179.5	164.9	151.8	140.0	129.6	120.4	112.2	104.8	98.3
	5	226.5	255.6	253.6	239.8	222.0	203.5	185.9	169.8	155.4	142.6	131.4	121.5	112.7	105.0	98.1
	6	242.8	270.8	266.3	250.3	230.4	210.2	191.2	174.0	158.7	145.2	133.3	122.8	113.7	105.6	98.4
外部電極膜厚( $\mu\text{m}$ )	7	256.7	283.3	276.6	258.6	237.1	215.6	195.6	177.5	161.5	147.4	135.1	124.2	114.7	106.3	98.9
	8	268.8	293.5	284.8	265.1	242.4	219.9	199.1	180.4	163.9	149.4	136.7	125.5	115.8	107.2	99.6
	9	279.3	302.0	291.3	270.2	246.5	223.3	201.9	182.8	165.9	151.0	138.1	126.7	116.7	108.0	100.2
	10	288.4	308.9	296.4	274.1	249.6	225.8	204.1	184.6	167.4	152.4	139.2	127.7	117.6	108.7	100.8
	11	296.5	314.6	300.3	277.0	251.8	227.7	205.6	186.0	168.7	153.5	140.2	128.6	118.4	109.4	101.4
	12	303.5	319.2	303.3	279.0	253.3	228.9	206.7	187.0	169.8	154.3	141.0	129.3	119.0	110.0	101.9
	13	309.7	322.8	305.4	280.3	254.3	229.7	207.4	187.6	170.2	154.9	141.5	129.8	119.5	110.4	102.3
	14	315.0	325.7	306.8	281.0	254.7	230.0	207.7	188.0	170.6	155.3	141.9	130.2	119.9	110.8	102.7
15	319.8	327.9	307.6	281.2	254.6	230.0	207.7	188.0	170.7	155.5	142.2	130.5	120.2	111.1	103.0	

【0039】同様の条件で、銅メッキの代わりに銀メッキで内外電極を形成し、各サンプルのQ値を測定したところ、以下の表3に示すような結果が得られた。この表に示すように、内外電極膜厚( $r_a$ ,  $r_b$ )が一致するサンプルよりも、一致しないサンプルの方が大きなQ値となっている。従って、前記実施例と同様に、銀メッキ膜

\*  $1 \sim 15 \mu\text{m}$ の膜厚毎に、サンプルを15個ずつ用意する。つまり、膜厚 $1 \mu\text{m}$ のサンプルを15個、膜厚 $2 \mu\text{m}$ のサンプルを15個、……という具合に、膜厚毎に15個ずつサンプルを得る。

【0034】(4) 全てのサンプルの外周面のマスキングを除去する。そして、誘電体素体10の内周面側を栓で塞ぐ。

【0035】(5) 以上の各サンプルにつき、前記(3)の手法により外部電極をメッキ形成する。メッキ工程は、 $1 \sim 15 \mu\text{m}$ の各膜厚毎に順に繰り返し、内外電極の膜厚がそれぞれ $1 \sim 15 \mu\text{m}$ の間で変化した225個のサンプルを得る。

【0036】(6) 次に、すべてのサンプルについて内周面側の栓を外すとともに、片側の端面を研削し電極を削除する。これにより、内外電極膜厚( $r_a$ ,  $r_b$ )が(1, 1)  $\mu\text{m}$ から(15, 15)  $\mu\text{m}$ まで変化する合計225個の誘電体共振器のサンプルが得られる。

【0037】以上のようにして得たサンプルにつき、Q値を測定したところ、以下の表2に示すような結果が得られた。この表に示すように、内外電極膜厚( $r_a$ ,  $r_b$ )が一致するサンプルよりも、一致しないサンプルの方が大きなQ値となっている。従って、前記実施例と同様に、銅メッキ膜の場合にも内外電極膜厚( $r_a$ ,  $r_b$ )の最適設計を行うことで、良好なQ値の誘電体共振器を得ることができる。

【0038】

【表2】

の場合にも内外電極膜厚( $r_a$ ,  $r_b$ )の最適設計を行うことで、良好なQ値の誘電体共振器を得ることができる。

【0040】

【表3】

表3 銀メッキ電極

		内部電極膜厚(μm)														
		r a														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
r b	1	118.1	145.1	156.4	160.3	160.0	157.2	153.1	148.3	143.1	137.8	132.6	127.6	122.8	118.3	113.9
	2	160.0	188.2	193.9	190.0	181.9	172.1	161.8	151.9	142.5	133.9	126.0	118.8	112.3	106.4	101.0
	3	190.1	218.5	220.0	211.0	197.8	183.5	169.6	156.7	144.9	134.4	125.0	116.6	109.1	102.4	96.5
	4	213.9	241.8	240.0	227.1	210.4	193.0	176.6	161.6	148.2	136.3	125.9	116.7	108.5	101.3	94.9
	5	233.5	260.3	255.6	239.8	220.4	200.8	182.6	166.1	151.5	138.7	127.4	117.6	108.9	101.3	94.5
外部電極膜厚(μm)	6	249.9	275.3	268.0	249.8	228.4	207.2	187.5	170.0	154.5	141.0	129.1	118.8	109.8	101.8	94.8
	7	263.9	287.4	277.8	257.6	234.7	212.2	191.6	173.2	157.1	143.0	130.8	120.1	110.7	102.5	95.2
	8	276.0	297.4	285.6	263.7	239.6	216.2	194.9	175.9	159.3	144.8	132.2	121.3	111.7	103.2	95.8
	9	286.4	305.5	291.7	268.4	243.3	219.3	197.4	178.1	161.1	146.4	133.5	122.3	112.5	104.0	96.4
	10	295.4	312.0	296.3	271.9	246.0	221.5	199.3	179.7	162.5	147.6	134.6	123.3	113.3	104.6	97.0
	11	303.3	317.3	299.9	274.4	248.0	223.1	200.7	180.9	163.6	148.6	135.5	124.0	114.0	105.2	97.5
	12	310.1	321.5	302.4	276.1	249.2	224.2	201.6	181.8	164.4	149.3	136.1	124.6	114.6	105.7	97.9
	13	316.1	324.7	304.1	277.1	249.9	224.7	202.2	182.3	164.9	149.8	136.6	125.1	115.0	106.2	98.3
	14	321.2	327.1	305.1	277.5	250.1	224.8	202.3	182.5	165.2	150.1	137.0	125.5	115.4	106.5	98.6
	15	325.6	328.9	305.5	277.3	249.8	224.6	202.2	182.5	165.3	150.2	137.1	125.7	115.6	106.7	98.9

【0041】図3には、外部電極膜厚 r b をパラメータとし、内部電極膜厚 r a を変化させたときの Q 値の変化の様子が示されており、上述した図2に対応するものである。図3 (A) は銅メッキ膜の場合、(B) は銀メッキ膜の場合である。これらのグラフに示すように、内部電極膜厚 r a が 2 μm 前後で Q 値はピークとなっている。

【0042】これらのグラフから、良好な Q 値が得られる範囲を求めてみる。まず、内部電極膜厚 r a が 1 μm 以下では、急速に Q 値が低下する。従って、 $r a \geq 1 \mu m$ 、好ましくは  $1 \leq r a \leq 8 \mu m$ 、更には  $1 \leq r a \leq 5 \mu m$  の範囲で良好な結果を得ることができる。次に、外部電極膜厚 r b については、前記表2、表3も考慮すると、1 μm 以下ではかなり低い Q 値しか得られないが、 $r b \geq 2 \mu m$  とすることで相当高い Q 値を得ることができる。特に、 $r b \geq 9 \mu m$  とすることで非常に高い Q 値が得られる。更に、例えば 200 以上の Q 値が得られる範囲に着目すると、内外電極膜厚 r a、r b の間に、 $r b \geq r a - 2 \mu m$  の関係があるような範囲がほぼ相当していることが分る。

【0043】以上の結果をまとめると、

- (1)  $r a \geq 1 \mu m, r b \geq 2 \mu m, r b \geq r a - 2 \mu m$
- (2)  $1 \leq r a \leq 8 \mu m, r b \geq 2 \mu m, r b \geq r a - 2 \mu m$
- (3)  $1 \leq r a \leq 5 \mu m, r b \geq 9 \mu m$

の順で良好な Q 値が得られている。具体的には、 $r a = r b$  とした場合と比較して 230 以上の Q 値を得ることができる。

【0044】

【実施例3】次に、以上のような誘電体共振器の製造方法の実施例について説明する。内外電極膜厚 (r a、r b) が異なる誘電体共振器の製造方法としては、上述したサンプルの製造方法のように、内周側及び外周側の一方にマスキングを行って他方の電極を形成するという作業を内周側、外周側でそれぞれ行えばよい。

【0045】ところで、上述した実施例によれば、外部電極膜厚 r b を一定として内部電極膜厚 r a を増大すると、Q にピーク値が存在することがわかる。このような性質を利用した製造方法を以下に説明する。例えば、外

部電極膜厚 r b = 15 μm の場合、表1に示した内部電極膜厚 r a に対する Q 値の変化は、図2に示すようになる。同図に示すように、内部電極膜厚 r a が 6 ~ 7 μm で Q 値はピークとなっている。

【0046】そこで、本実施例では、最初に所定膜厚の外部電極が形成され、次に内部電極が所望の Q 値となるように形成される。図4 (A) には主要工程が示されており、まず適当な誘電体素体を用意し、上述したようにその洗浄を行う (図4 (A)、ステップ S10)。次に、栓を用いるなどの手法で誘電体素体の内側をマスキングし、素体の外側に所望の膜厚の外部電極を形成する (ステップ S12)。そして、その後、誘電体素体の外側をマスキングし、素体の内側に内部電極を形成する (ステップ S14)。

【0047】上述したように、外部電極膜厚 r b が決まると Q 値がピークとなる内部電極膜厚 r a が決まる。この関係から、最初に外部電極を形成し、次に相当する膜厚の内部電極を形成するようにすれば、ピークもしくはそれに匹敵する Q 値を得ることができる。また、Q 値を測定しながら内部電極膜厚 r a を形成することも可能である。

【0048】以上の各工程では、誘電体素体の端面にも短絡電極が形成される。そして、開放端側で電極導体の一部が除去され、誘電体共振器が得られる。なお、図6に示したように、一方の短絡電極を除去してもよいし、外部電極を開放端側で帯状に除去するようにしてもよい。

【0049】

【実施例4】次に、図4 (B) を参照しながら実施例4を説明する。前記実施例1において外部電極膜厚を r b = 5 μm としたときの内部電極膜厚 r a に対する Q 値の変化は、図2に示した通りである。この場合、Q 値は 5 ~ 6 μm 付近でピークとなる。すなわち、内部電極膜厚 r a が外部電極膜厚 r b よりも多少厚い状態で Q 値がピークとなる。このような場合は、図4 (B) に示すように、洗浄した誘電体素体の全面に、まず一定膜厚の内部電極

及び外部電極を形成する(図4(B), ステップS20, S22)。rb=5μmの場合であれば、外部電極膜厚rbに相当する5μmの導体膜を誘電体素体の全面に形成する。次に、誘電体素体の外側をマスキングして、所望のQ値になるように素体の内側に内部電極を追加形成する(ステップS24)。その後、開放端側で電極導体の一部を除去する(ステップS26)。

【0050】このような手法によれば、最初、一定膜厚の内部電極と外部電極が同時に形成されるので、製造の効率化を図ることができる。所望のQ値が得られる内外電極間の膜厚差が比較的小さいときに、特に有効な手法である。なお、以上の説明は実施例1を例としたが、実施例2についても同様に適用される。

【0051】

【実施例5】次に、図5を参照しながら実施例5について説明する。上述した実施例は、内外電極の膜厚とQ値に関するものであるが、この実施例5は、端面のエッジ部導体膜厚とQ値に関するものである。

【0052】電極膜厚が誘電体素体の全面に亘って最適値なら格別の不都合はないが、内部電極や外部電極と短絡電極とが接続する端面エッジ部で膜厚が薄くなると、その部分で電流の流れが妨げられて導電率が低下し、誘電体共振器のQ値も低下する。特に、ディップ法で電極を形成する場合、素体エッジ部の膜厚が薄くなることがあり、これが原因でQ値の低下をもたらすが、エッジ部の膜厚を隣接部分と同等ないし均一にすることによって、その共振器特有の本来のQ値特性を得ることが可能となる。以下、具体的な測定例を説明する。\*

表4

		rA														
		内側エッジ部膜厚(μm)														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
外側エッジ部膜厚(μm)	1	244.0	257.9	262.9	265.5	267.1	268.1	268.9	269.4	269.9	270.2	270.5	270.8	271.0	271.2	271.3
	2	247.8	262.1	267.3	269.9	271.6	272.7	273.4	274.0	274.5	274.9	275.2	275.4	275.6	275.8	276.0
	3	249.1	263.6	268.8	271.5	273.1	274.2	275.0	275.6	276.1	276.4	276.7	277.0	277.2	277.4	277.6
	4	249.7	264.3	269.5	272.2	273.9	275.0	275.8	276.4	276.8	277.2	277.5	277.8	278.0	278.2	278.4
	5	250.1	264.7	270.0	272.7	274.3	275.5	276.3	276.9	277.3	277.7	278.0	278.3	278.5	278.7	278.8
	6	250.4	265.0	270.3	273.0	274.7	275.8	276.6	277.2	277.6	278.0	278.3	278.6	278.8	279.0	279.2
	7	250.5	265.2	270.5	273.2	274.9	276.0	276.8	277.4	277.9	278.3	278.6	278.8	279.0	279.2	279.4
	8	250.7	265.4	270.7	273.4	275.0	276.2	277.0	277.6	278.0	278.4	278.7	279.0	279.2	279.4	279.6
	9	250.8	265.5	270.8	273.5	275.2	276.3	277.1	277.7	278.2	278.6	278.9	279.1	279.4	279.5	279.7
	10	250.9	265.6	270.9	273.6	275.3	276.4	277.2	277.8	278.3	278.7	279.0	279.2	279.5	279.6	279.8
	11	250.9	265.7	271.0	273.7	275.4	276.5	277.3	277.9	278.4	278.8	279.1	279.3	279.5	279.7	279.9
	12	251.0	265.7	271.0	273.8	275.4	276.6	277.4	278.0	278.4	278.8	279.1	279.4	279.6	279.8	280.0
	13	251.1	265.8	271.1	273.8	275.5	276.6	277.4	278.0	278.5	278.9	279.2	279.5	279.7	279.9	280.0
	14	251.1	265.8	271.1	273.9	275.5	276.7	277.5	278.1	278.6	278.9	279.3	279.5	279.7	279.9	280.1
	15	251.1	265.9	271.2	273.9	275.6	276.7	277.5	278.1	278.6	279.0	279.3	279.6	279.8	280.0	280.1

【0058】

\*【0053】(1) 例えば、長さ8.3mm、内径0.83mm、外径2.95mm、比誘電率ε/ε0=81、エッジ部長さe=0.1mm、0.2mm、0.3mmのそれぞれについて素体を用意する。なお、図5(A)に示す誘電体共振器の内側エッジ部が同図(B)に拡大されており、外側エッジ部が同図(C)に拡大されている。エッジ部長さeは、内外エッジ部の曲率半径をR、角度をθとすると、e=Rθで表わされる。これら誘電体素体を洗浄し、表面の油脂等による汚れを取り除く。

10 【0054】(2) 次に、洗浄した誘電体素体を、銀ペーストに溶剤を加えた銀ディップ液に浸漬し、引き上げ後熱処理炉にて乾燥する。この工程を、内部電極14と外部電極22の膜厚が15μmとなるまで繰り返す。その後、全てのサンプルの一方の端面を研削し、電極導体を削除する。

20 【0055】(3) 以上のような誘電体共振器を、エッジ部長さe=0.1、0.2及び0.3mmのそれぞれについて225個ずつ用意する。そして、各エッジ部長さ毎に、内外のエッジ部膜厚(rA、rB)(図5参照)をそれぞれ(1、1)μmから(15、15)μmまで変化させる。

【0056】以上のようにして得た各サンプルにつき、Q値を測定したところ、以下の表4~表6に示すような結果が得られた。なお、表4はエッジ部長さe=0.1mm、表5はエッジ部長さe=0.2mm、表6はエッジ部長さe=0.3mmの場合である。

【0057】

【表4】

【表5】

表5

		r A										内側エッジ部膜厚(μm)				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
r B	1	214.4	236.8	245.4	249.9	252.7	254.6	256.0	257.0	257.8	258.5	259.0	259.5	259.8	260.2	260.5
	2	220.3	244.0	253.1	257.9	260.9	262.9	264.4	265.5	266.4	267.1	267.6	268.1	268.5	268.9	269.2
	3	222.3	246.5	255.8	260.7	263.8	265.8	267.3	268.4	269.3	270.0	270.6	271.1	271.5	271.9	272.2
	4	223.3	247.8	257.2	262.1	265.2	267.3	268.8	269.9	270.8	271.6	272.2	272.7	273.1	273.4	273.8
	5	224.0	248.5	258.0	263.0	266.1	268.2	269.7	270.9	271.8	272.5	273.1	273.6	274.0	274.4	274.7
	6	224.4	249.1	258.5	263.6	266.7	268.8	270.3	271.5	272.4	273.1	273.7	274.2	274.6	275.0	275.3
	7	224.7	249.4	258.9	264.0	267.1	269.2	270.7	271.9	272.8	273.5	274.1	274.6	275.1	275.4	275.8
	8	224.9	249.7	259.2	264.3	267.4	269.5	271.1	272.2	273.1	273.9	274.5	275.0	275.4	275.8	276.1
	9	225.1	249.9	259.5	264.5	267.6	269.8	271.3	272.5	273.4	274.1	274.7	275.2	275.7	276.0	276.4
	10	225.2	250.1	259.7	264.7	267.8	270.0	271.5	272.7	273.6	274.3	274.9	275.5	275.9	276.3	276.6
	11	225.3	250.2	259.8	264.9	268.0	270.1	271.7	272.9	273.8	274.5	275.1	275.6	276.1	276.4	276.7
	12	225.4	250.4	259.9	265.0	268.1	270.3	271.8	273.0	273.9	274.7	275.3	275.8	276.2	276.6	276.9
	13	225.5	250.5	260.0	265.1	268.3	270.4	271.9	273.1	274.0	274.8	275.4	275.9	276.3	276.7	277.0
	14	225.6	250.5	260.1	265.2	268.4	270.5	272.0	273.2	274.1	274.9	275.5	276.0	276.4	276.8	277.1
	15	225.6	250.6	260.2	265.3	268.4	270.6	272.1	273.3	274.2	275.0	275.6	276.1	276.5	276.9	277.2

【0059】

＊ ＊【表6】

表6

		r A										内側エッジ部膜厚(μm)				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
r B	1	191.2	218.9	230.1	236.1	239.8	242.4	244.3	245.7	246.8	247.7	248.4	249.1	249.6	250.0	250.4
	2	198.3	228.3	240.4	246.9	251.0	253.9	255.9	257.5	258.7	259.7	260.5	261.2	261.8	262.3	262.7
	3	200.7	231.5	244.0	250.8	255.0	257.9	260.0	261.7	262.9	263.9	264.8	265.5	266.1	266.6	267.1
	4	202.0	233.2	245.9	252.8	257.1	260.0	262.2	263.8	265.1	266.1	267.0	267.7	268.3	268.8	269.3
	5	202.8	234.2	247.0	253.9	258.3	261.3	263.4	265.1	266.4	267.5	268.3	269.0	269.7	270.2	270.6
	6	203.3	234.9	247.8	254.8	259.1	262.1	264.3	266.0	267.3	268.3	269.2	269.9	270.6	271.1	271.6
	7	203.7	235.4	248.3	255.3	259.7	262.7	264.9	266.6	267.9	269.0	269.9	270.6	271.2	271.8	272.2
	8	203.9	235.8	248.7	255.8	260.2	263.2	265.4	267.1	268.4	269.5	270.3	271.1	271.7	272.2	272.7
	9	204.1	236.1	249.1	256.1	260.5	263.6	265.8	267.5	268.8	269.8	270.7	271.5	272.1	272.6	273.1
	10	204.3	236.3	249.3	256.4	260.8	263.8	266.1	267.7	269.1	270.1	271.0	271.8	272.4	272.9	273.4
	11	204.5	236.5	249.5	256.6	261.0	264.1	266.3	268.0	269.3	270.4	271.3	272.0	272.6	273.2	273.7
	12	204.6	236.7	249.7	256.8	261.2	264.3	266.5	268.2	269.5	270.6	271.5	272.2	272.9	273.4	273.9
	13	204.7	236.8	249.9	256.9	261.4	264.4	266.7	268.4	269.7	270.8	271.7	272.4	273.0	273.6	274.1
	14	204.8	236.9	250.0	257.1	261.5	264.6	266.8	268.5	269.8	270.9	271.8	272.6	273.2	273.7	274.2
	15	204.8	237.0	250.1	257.2	261.7	264.7	266.9	268.6	270.0	271.1	271.9	272.7	273.3	273.9	274.3

【0060】これらの表から明らかなように、いずれのエッジ部長さにおいても、内外エッジ部膜厚 (r A, r B) が内外電極膜厚 (r a, r b) = 15μm に近づくほど Q 値が高くなっている。

【0061】次に、同様の条件であるが、内部電極膜厚 r a を前記測定例の15μm から10μm とした各サンプルにつき、Q 値を測定したところ、以下の表7～表9に示す＊

30※ような結果が得られた。なお、表7はエッジ部長さ e = 0.1mm, 表8はエッジ部長さ e = 0.2mm, 表9はエッジ部長さ e = 0.3mm の場合である。なお、内外の電極膜厚が異なるが、その製造手法は上述した実施例を適用すればよい。

【0062】

【表7】

表7

		r A										内側エッジ部膜厚(μm)				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
r B	1	252.5	263.1	266.9	268.8	270.0	270.7	271.3	271.7	272.0	272.3	272.6	272.9	273.2	273.5	273.8
	2	255.4	266.3	270.1	272.1	273.3	274.1	274.6	275.1	275.4	275.7	276.0	276.3	276.6	276.9	277.2
	3	256.4	267.4	271.2	273.2	274.4	275.2	275.8	276.2	276.6	277.0	277.4	277.8	278.2	278.6	279.0
	4	256.9	267.9	271.8	273.8	275.0	275.8	276.4	276.8	277.1	277.4	277.7	278.0	278.3	278.6	278.9
	5	257.2	268.2	272.1	274.1	275.3	276.1	276.7	277.1	277.4	277.7	278.0	278.3	278.6	278.9	279.2
	6	257.4	268.4	272.3	274.3	275.5	276.3	276.9	277.4	277.7	278.0	278.3	278.6	278.9	279.2	279.5
	7	257.5	268.6	272.5	274.5	275.7	276.5	277.1	277.5	277.8	278.1	278.4	278.7	279.0	279.3	279.6
	8	257.6	268.7	272.6	274.6	275.8	276.6	277.2	277.7	278.0	278.3	278.6	278.9	279.2	279.5	279.8
	9	257.7	268.8	272.7	274.7	275.9	276.7	277.3	277.8	278.1	278.4	278.7	279.0	279.3	279.6	279.9
	10	257.8	268.9	272.8	274.8	276.0	276.8	277.4	277.8	278.1	278.4	278.7	279.0	279.3	279.6	279.9
	11	257.9	268.9	272.8	274.8	276.1	276.9	277.5	277.9	278.2	278.5	278.8	279.1	279.4	279.7	280.0
	12	257.9	269.0	272.9	274.9	276.1	276.9	277.5	277.9	278.3	278.6	278.9	279.2	279.5	279.8	280.1
	13	257.9	269.0	272.9	274.9	276.1	276.9	277.5	277.9	278.3	278.6	278.9	279.2	279.5	279.8	280.1
	14	258.0	269.1	273.0	275.0	276.2	277.0	277.6	278.0	278.4	278.7	279.0	279.3	279.6	279.9	280.2
	15	258.0	269.1	273.0	275.0	276.2	277.0	277.6	278.0	278.4	278.7	279.0	279.3	279.6	279.9	280.2

【0063】

※ ※【表8】

表8

		rA					内側エッジ部膜厚(μm)				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
rB	1	228.9	246.9	253.6	257.1	259.2	260.6	261.7	262.5	263.1	263.6
	2	233.7	252.5	259.5	263.1	265.4	266.9	268.0	268.8	269.4	270.0
	3	235.3	254.5	261.5	265.2	267.5	269.0	270.1	271.0	271.6	272.2
	4	236.1	255.4	262.6	266.3	268.6	270.1	271.2	272.1	272.7	273.3
	5	236.7	256.0	263.2	266.9	269.2	270.8	271.9	272.8	273.4	273.9
	6	237.0	256.4	263.6	267.4	269.7	271.2	272.4	273.2	273.9	274.4
外側エッジ部膜厚(μm)	7	237.2	256.7	263.9	267.7	270.0	271.5	272.7	273.5	274.2	274.7
	8	237.4	256.9	264.1	267.9	270.2	271.8	272.9	273.8	274.4	275.0
	9	237.6	257.1	264.3	268.1	270.4	272.0	273.1	274.0	274.6	275.2
	10	237.7	257.2	264.4	268.2	270.5	272.1	273.2	274.1	274.8	275.3
	11	237.8	257.3	264.5	268.3	270.7	272.2	273.4	274.2	274.9	275.4
	12	237.8	257.4	264.7	268.4	270.8	272.3	273.5	274.3	275.0	275.5
	13	237.9	257.5	264.7	268.5	270.8	272.4	273.6	274.4	275.1	275.6
	14	238.0	257.5	264.8	268.6	270.9	272.5	273.6	274.5	275.2	275.7
	15	238.0	257.6	264.9	268.7	271.0	272.6	273.7	274.6	275.2	275.8

【0064】

※ ※【表9】

表9

		rA					内側エッジ部膜厚(μm)				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
rB	1	209.2	232.6	241.6	246.3	249.3	251.3	252.7	253.8	254.7	255.4
	2	215.3	240.1	249.7	254.8	257.9	260.1	261.5	262.8	263.7	264.5
	3	217.4	242.7	252.5	257.7	261.0	263.1	264.7	265.9	266.9	267.7
	4	218.5	244.1	254.0	259.2	262.5	264.7	266.3	267.5	268.5	269.3
	5	219.1	244.9	254.8	260.1	263.4	265.7	267.3	268.5	269.5	270.3
	6	219.6	245.4	255.4	260.8	264.1	266.3	267.9	269.2	270.1	270.9
外側エッジ部膜厚(μm)	7	219.9	245.8	255.8	261.2	264.5	266.8	268.4	269.6	270.6	271.4
	8	220.1	246.1	256.2	261.5	264.8	267.1	268.7	270.0	271.0	271.7
	9	220.3	246.3	256.4	261.8	265.1	267.4	269.0	270.3	271.2	272.0
	10	220.4	246.5	256.6	262.0	265.3	267.6	269.2	270.5	271.4	272.2
	11	220.6	246.6	256.8	262.1	265.5	267.8	269.4	270.7	271.6	272.4
	12	220.7	246.8	256.9	262.3	265.6	267.9	269.6	270.8	271.8	272.6
	13	220.8	246.9	257.0	262.4	265.8	268.0	269.7	270.9	271.9	272.7
	14	220.8	247.0	257.1	262.5	265.9	268.1	269.8	271.0	272.0	272.8
	15	220.9	247.0	257.2	262.6	265.9	268.2	269.9	271.1	272.1	272.9

【0065】これらの表から明らかなように、この場合も、内外エッジ部膜厚 (rA, rB) が内外電極膜厚 (ra, rb) = (10, 15) (μm) に近づくほどQ値が高くなっている。

【0066】なお、内外エッジ部膜厚 (rA, rB) を隣接する電極の膜厚と同等化もしくは均一化する手法としては、例えば、エッジ部以外の部分をマスクングしてデッップ法などを適用する方法が有り得る。しかし、上述した実施例で示した内部電極と外部電極を形成する過程で特にエッジ部をマスクングしなければ、内部電極の膜厚に外部電極の膜厚を加算したエッジ部が形成されることになり、結果的に十分な膜厚を得ることができ、Q値の低下が防止される。なお、エッジ部膜厚が内外電極膜厚より厚くなっても、特性上の影響はほとんどない。

【0067】

【他の実施例】この発明には数多くの実施の形態があり、以上の開示に基づいて多様に改変することが可能である。例えば、次のようなものも含まれる。

(1) 前記実施例に示した形状、寸法は一例であり、必要に応じて適宜設定してよい。例えば、誘電体素体とし

ては中心孔を有する円柱状のもの他、角柱状のものにも適用可能である。測定値も一例であり、必要に応じて測定を行ってその結果を利用してよい。

(2) 誘電体共振器のQ値は、通常ピーク値が好ましいが、製造コストなどの観点から一定値以上とすることを妨げるものではない。共振器エッジ部における導体膜厚も、隣接する電極膜厚と略同等ないしは略均一であればよく、完全に一致していなくてもよい。

(3) 誘電体素体、電極、マスクングの形成方法としては、種々のものが公知であり、いずれの手法を用いてもよい。

【発明の効果】本発明によれば、次のような効果がある。

(1) 誘電体素体の内外周に内部電極及び外部電極が形成されており、これら内部電極と外部電極の膜厚の間に、所望のQ値を考慮して差を設けるとともに、共振器端面のエッジ部の導体膜厚を、隣接する電極の膜厚と同等若しくはそれ以上に設定することとしたので、電極膜厚均一の場合よりもQ値を向上させることができる。

(2) 誘電体素体の内外周に内部電極及び外部電極が形



成されており、これら内部電極の膜厚  $r_a$  と外部電極の膜厚  $r_b$  とが、 $r_a < r_b$  の関係を満たすようにしたので、良好な Q 値を得ることができる。

(3) 共振器端面のエッジ部の導体膜厚を、隣接する電極の膜厚と同等若しくはそれ以上に設定したので、Q 値の低下が防止される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施例 1 の主要工程を示す図である。

【図 2】実施例 1 において内部電極膜厚を変化させたときの Q 値の変動を示すグラフである。

【図 3】実施例 2 において内部電極膜厚を変化させたときの Q 値の変動を示すグラフである。(A) は銅の場合、(B) は銀の場合である。

【図 4】実施例 3 及び 4 の製造方法を示すフローチャートである。

【図 5】素体端面の内外エッジ部を拡大して示す図である。

\*

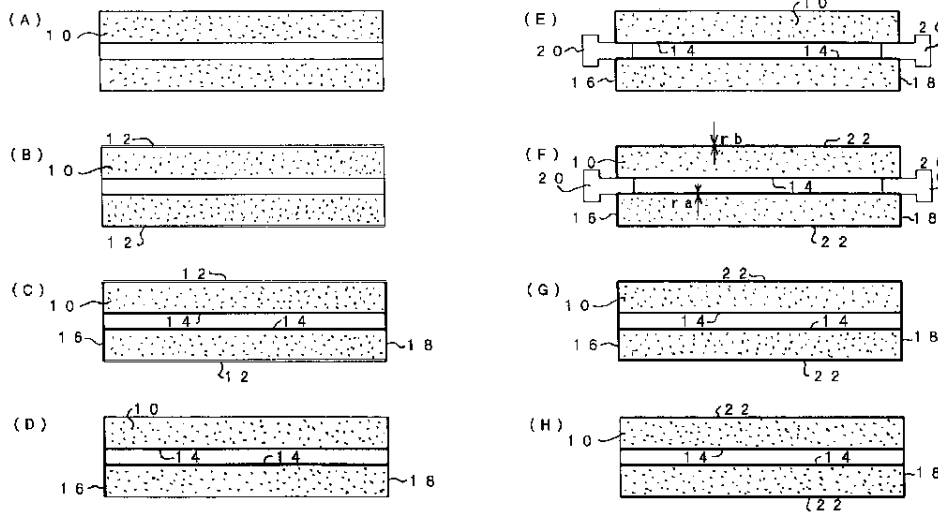
\*【図 6】誘電体共振器の一例を示す図である。(A) は斜視図、(B) は (A) の #6 - #6 線に沿って矢印方向に見た断面である。

【図 7】内外電極膜厚を同一としたときの電極膜厚と Q 値との関係を示すグラフである。

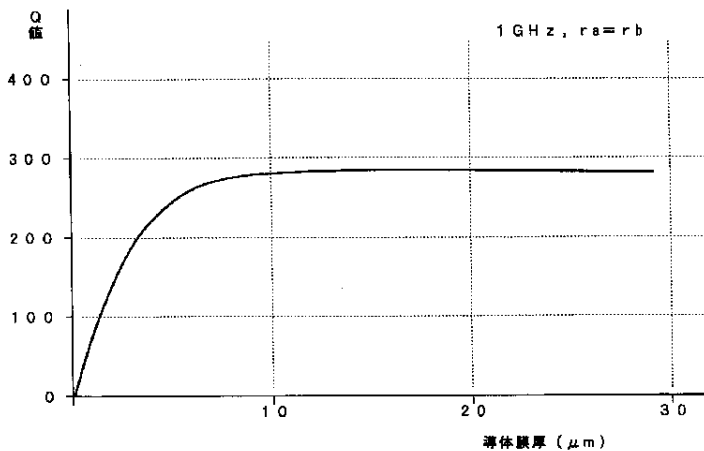
【符号の説明】

- 10…誘電体素体
- 12…マスキング
- 14…内部電極
- 16, 18…短絡電極
- 20…栓 (マスキング)
- 22…外部電極
- $r_a$ …内部電極膜厚
- $r_b$ …外部電極膜厚
- $r_A$ …内側エッジ部膜厚
- $r_B$ …外側エッジ部膜厚

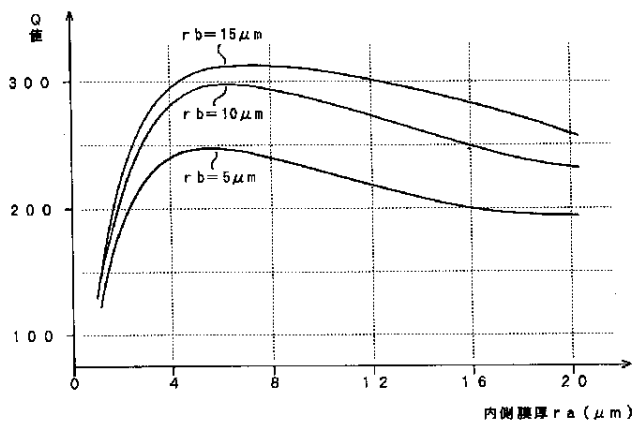
【図 1】



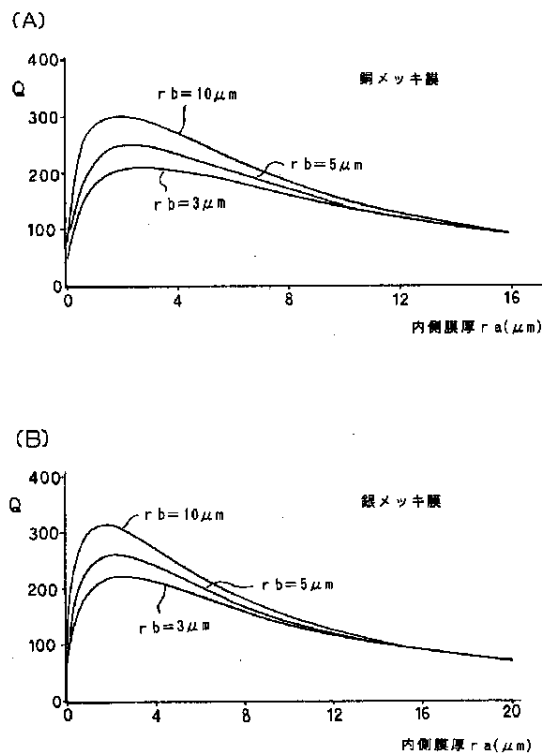
【図 7】



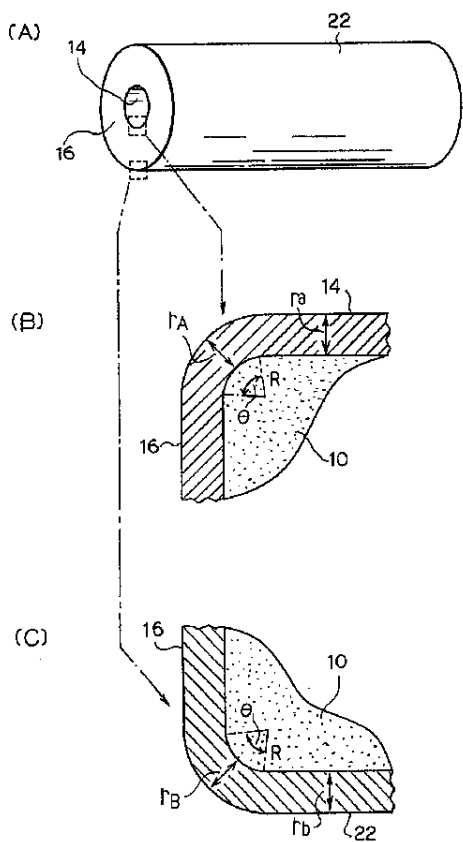
【図2】



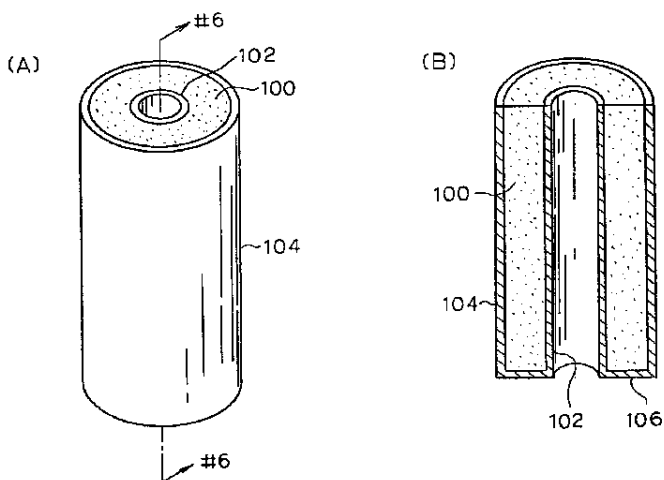
【図3】



【図5】

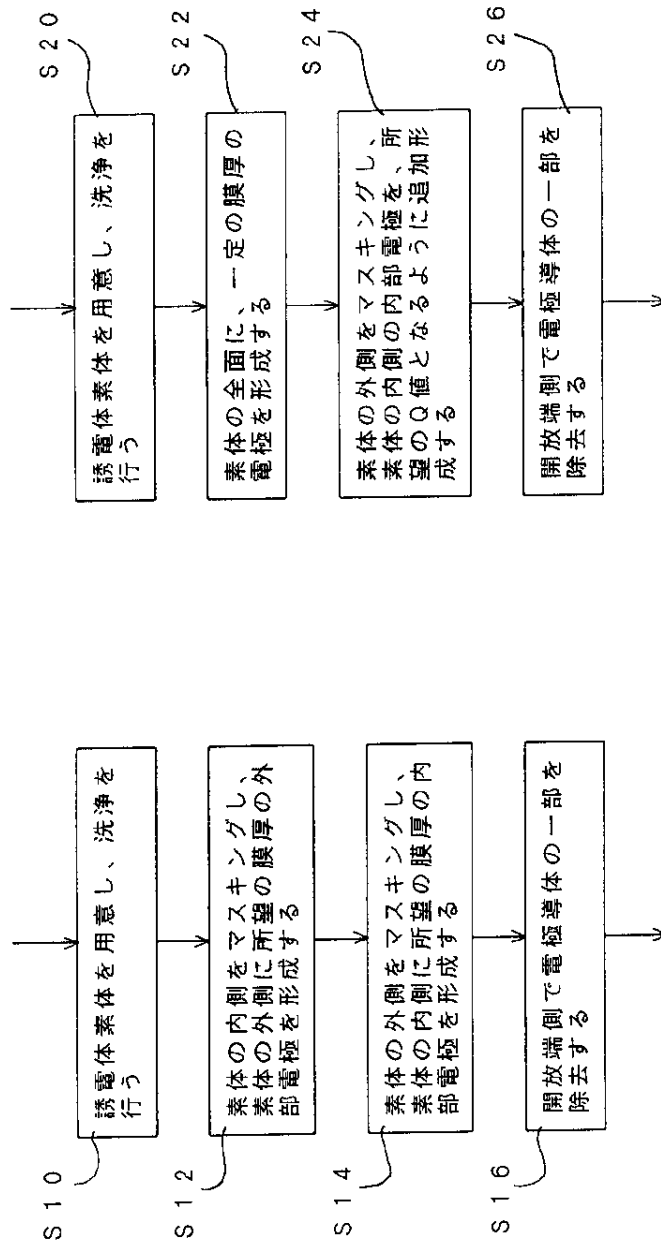


【図6】



(1)

【図4】



## フロントページの続き

(56)参考文献 特開 平5-90811 (JP, A)  
特開 平8-84009 (JP, A)  
特開 平2-20093 (JP, A)  
特開 平4-264801 (JP, A)  
特開 平2-126701 (JP, A)  
特開 平8-265008 (JP, A)  
特開 平6-61716 (JP, A)  
特開 平7-297611 (JP, A)  
特開 平4-185103 (JP, A)  
特開 平1-314404 (JP, A)  
特開 昭54-42960 (JP, A)  
特開 平8-274517 (JP, A)  
特開 平1-212001 (JP, A)  
特開 平7-288405 (JP, A)  
特開 平6-232612 (JP, A)  
特開 平6-21707 (JP, A)  
実開 平5-6915 (JP, U)  
実開 昭59-88905 (JP, U)  
実開 昭63-41904 (JP, U)

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)

H01P 7/04

H01P 11/00