

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01B 3/12 (2006.01)

C04B 35/01 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410070353.5

[45] 授权公告日 2007年1月3日

[11] 授权公告号 CN 1293573C

[22] 申请日 2004.7.29

[21] 申请号 200410070353.5

[30] 优先权

[32] 2003.8.7 [33] JP [31] 288763/2003

[73] 专利权人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 胜村英则 齐藤隆一 加贺田博司

[56] 参考文献

US5273944A 1993.12.28 C04B35/00

US5273943A 1993.12.28 H01G4/10

US4978646A 1990.12.18 C04B35/02

US3997457A 1976.12.14 H01B3/12

CN1173024A 1998.2.11 H01B3/12

US5004713A 1991.4.2 C04B35/46

审查员 韩 伟

[74] 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

代理人 段承恩 田 欣

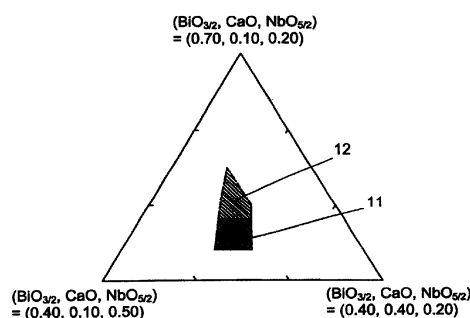
权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 3 页

[54] 发明名称

介电陶瓷组合物和采用其的陶瓷电子部件

[57] 摘要

介电陶瓷含有主要组分和相对于主要组分为 0.05 ~ 2 重量% 的次要组分。主要组分在 $x\text{BiO}_{3/2} - y\text{CaO} - z\text{NbO}_{5/2}$ 表示的三元组成图中的特定四角形区域内。次要组分是至少含有 SiO_2 、 Li_2O 、 MO (其中 M 是 Ca、Sr、Ba 中的至少一种或以上) 的玻璃组合物。将以该介电陶瓷为介电体层、以银为主要组分的导体层同时烧结得到的陶瓷电子部件的 Q 值降低小, 并且微波特性优良。



1、一种介电陶瓷组合物，含有由氧化铋、氧化钙和氧化铌构成的主要组分 $x\text{BiO}_{3/2} - y\text{CaO} - z\text{NbO}_{5/2}$ ，和至少含有 0.05~2 重量%的 $u\text{SiO}_2 - v\text{Li}_2\text{O} - w\text{MO}$ 的次要组分的玻璃组合物；在上述主要组分的三元组成图中， x 、 y 、 z 位于以下述 A、B、C、D 为顶点的四角形区域内：

$$\text{A: } (x, y, z) = (0.48, 0.184, 0.336)$$

$$\text{B: } (x, y, z) = (0.48, 0.22, 0.30)$$

$$\text{C: } (x, y, z) = (0.44, 0.24, 0.32)$$

$$\text{D: } (x, y, z) = (0.44, 0.20, 0.36)$$

其中，上述 x 、 y 、 z 表示摩尔比， $x + y + z = 1.0$ ， u 、 v 、 w 表示重量比， $u + v + w = 100$ ，M 为 Ca、Sr、Ba 中的至少一种或以上。

2、权利要求 1 记载的介电陶瓷组合物，在上述次要组分的三元组成图中， u 、 v 、 w 位于以下述 E、F、G、H 为顶点的四角形区域内：

$$\text{E: } (u, v, w) = (70, 5, 25)$$

$$\text{F: } (u, v, w) = (70, 15, 15)$$

$$\text{G: } (u, v, w) = (50, 5, 45)$$

$$\text{H: } (u, v, w) = (50, 15, 35)。$$

3、权利要求 1 记载的介电陶瓷组合物，相对于上述主要组分 100 重量%，含有作为第 2 次要组分的氧化铜，其含量换算成 CuO 为 0.05~0.1 重量%。

4、一种陶瓷电子部件，具备由介电陶瓷组合物构成的介电层和含有 95 重量%或以上的银、并与介电体层层压的导体层，所述的介电陶瓷组合物含有由氧化铋、氧化钙和氧化铌构成的主要组分 $x\text{BiO}_{3/2} - y\text{CaO} - z\text{NbO}_{5/2}$ ，和至少含有 0.05~2 重量%的 $u\text{SiO}_2 - v\text{Li}_2\text{O} - w\text{MO}$ 的次要组分的玻璃组合物，并且在上述主要组分的三元组成图中， x 、 y 、 z 位于以下述 A、B、C、D 为顶点的四角形区域内，

$$\text{A: } (x, y, z) = (0.48, 0.184, 0.336)$$

B: (x, y, z) = (0.48, 0.22, 0.30)

C: (x, y, z) = (0.44, 0.24, 0.32)

D: (x, y, z) = (0.44, 0.20, 0.36)

其中, 上述 x、y、z 表示摩尔比, $x+y+z=1.0$, u、v、w 表示重量比, $u+v+w=100$, M 为 Ca、Sr、Ba 中的至少一种或以上。

介电陶瓷组合物和采用其的陶瓷电子部件

技术领域

本发明特别涉及在微波、毫波等高频区域作为共振器、滤波器、天线、电容器、电感器和电路板等使用的高频装置中有用的介电陶瓷组合物，以及采用该组合物的陶瓷电子部件。

背景技术

随着近年来移动通讯设备的发展，将介电陶瓷和内部导体层压形成电路的层压型介电陶瓷电子部件已经得到广泛的应用。为了得到小型并且高性能的层压型的介电陶瓷电子部件，介电陶瓷的介电特性是重要的。即，要求微波区域的介电常数(ϵ_r)高。还要求介电损失($\tan \delta$)低，即其倒数Q值高。进一步要求共振频率的温度系数(TCF)的绝对值小。而且，内部导体使用以高导电率的金、银、铜为主要组分的金属，将导体和介电陶瓷一体同时烧成。为此，介电陶瓷必须在这些金属通过烧成不熔融的温度，即850~1050℃的较低的温度下进行致密地烧结。特别是，银的熔点为962℃，在金、银、铜中最低，并且是高导电率的，即使在大气中烧成也不发生氧化，因此，烧成控制管理容易，并且成本较低，因此，在工业上是有利的。

作为满足上述要求的介电陶瓷组合物的一个例子，有人提出一种 $\text{BiO}_{3/2} - \text{CaO} - \text{NbO}_{5/2}$ 系材料。该材料系具有50以上的高介电常数、3~5GHz的高Q值、不足 $\pm 50\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 的小TCF。而且，由于在1050℃以下的低温下进行致密烧结，能够得到采用金、银、铜等高导电率的金属导体的层压型介电陶瓷电子部件，因此，是极为有效的介电材料。这类介电体材料，例如公开在日本专利27981051号公报中。

但是，在由以 $\text{BiO}_{3/2} - \text{CaO} - \text{NbO}_{5/2}$ 系为主要组分的材料构成的介电陶瓷材料的内层部分上，层压以银为主要组分的导体层的介电陶瓷电子部

件中，烧成时，介电陶瓷材料的一部分组分和导体层的银发生反应。由此，介电陶瓷材料的Q值降低，不能发挥介电陶瓷电子部件本来的微波特性。

发明内容

本发明的介电陶瓷组合物含有由氧化铋、氧化钙和氧化铌构成的主要组分。在将该主要组分表示成 $x\text{BiO}_{3/2} - y\text{CaO} - z\text{NbO}_{5/2}$ (x 、 y 、 z 表示摩尔比， $x + y + z = 1.0$) 时的三元组成图中， x 、 y 、 z 位于以下述 A、B、C、D 为顶点的四角形区域内。相对于该主要组分，作为次要组分，至少含有 0.05~2 重量% 包括 SiO_2 、 Li_2O 、 MO 的玻璃组合物。在此，M 表示 Ca、Sr、Ba 中至少一种或以上的金属离子。由此，可以抑制烧成时介电陶瓷组合物与银发生的反应。因此，即使与以银为主要组分的导体层同时烧成，Q 值的劣化也不大，可以得到微波特性优良的介电陶瓷组合物。

A: (x 、 y 、 z) = (0.48, 0.184, 0.336)

B: (x 、 y 、 z) = (0.48, 0.22, 0.30)

C: (x 、 y 、 z) = (0.44, 0.24, 0.32)

D: (x 、 y 、 z) = (0.44, 0.20, 0.36)

附图说明

图 1 是表示本发明实施方案中的 $\text{BiO}_{3/2} - \text{CaO} - \text{NbO}_{5/2}$ 组合物的组成范围的图。

图 2 是本发明实施方案中的具有带状导体层的层压共振器的斜视图。

图 3 是图 2 表示的层压共振器的纵向截面图。

图 4 是图 2 表示的层压共振器的横向截面图。

图 5A~图 5C 是图 2 表示的层压共振器的各内层导体的电极图案图。

图 6 是表示本发明实施方案中次要组分的玻璃组合物的组成范围的图。

具体实施方式

图 1 是表示本发明实施方案中的介电陶瓷组合物的主要组分的 $x\text{BiO}_{3/2} - y\text{CaO} - z\text{NbO}_{5/2}$ 组合物的组成范围的组成图。图 2 是本实施方案中陶瓷

电子部件的层压共振器的斜视图，图3、图4是纵向截面图和横向截面图。图5A~图5C是各内层导体的电极图案图。

首先，对介电陶瓷组合物进行详细说明。表1表示本实施方案中陶瓷组合物的主要组分的 $\text{BiO}_{3/2} - \text{CaO} - \text{NbO}_{5/2}$ 的摩尔比。x、y、z表示摩尔比， $x + y + z = 1.0$ ，作为用于制造本实施方案的介电陶瓷组合物的起始原料，可以使用各构成要素的氧化物、碳酸盐、硝酸盐、有机金属盐等。并且希望其纯度在99%以上，但是没有特别的限制。表1中的样品1~3位于图1中表示的组成范围内，样品4~7在边界上。

准备容易获得的市售的氧化物原料，称量各起始原料，以形成表1的摩尔比，以水作为溶剂，通过球磨法混合24小时，由此制成浆料。将该浆料干燥后，通过放入到氧化铝制的坩埚中，在800℃下煅烧2个小时，由此制成煅烧粉末。将该煅烧粉末粉碎之后，加入规定量的下面描述的次要组分的玻璃组合物粉末，将它们通过与上述同样的方法混合粉碎并干燥。这样，就制成了所需的介电陶瓷组合物粉末。

表1

No.	x $\text{BiO}_{3/2}$	y CaO	z $\text{NbO}_{5/2}$
1	0.46	0.215	0.325
2	0.45	0.215	0.335
3	0.47	0.2	0.33
4	0.48	0.184	0.336
5	0.48	0.22	0.3
6	0.44	0.24	0.32
7	0.44	0.2	0.36
8	0.49	0.2	0.31
9	0.43	0.22	0.35
10	0.46	0.235	0.305
11	0.46	0.185	0.355

(单位：摩尔比)

接着，对次要组分的玻璃组合物的制造方法进行说明。

表 2

No.	u SiO ₂	v Li ₂ O	w			
			CaO	BaO	SrO	MO 合计
A	60	10	10	20	0	30
B	60	10	10	10	10	30
C	60	10	0	20	10	30
D	60	10	30	0	0	30
E	70	5	10	15	0	25
F	70	15	10	5	0	15
G	50	5	20	20	5	45
H	50	15	10	20	5	35
I	60	5	10	20	5	35
J	60	15	10	15	0	25
K	45	10	20	20	5	45
L	75	10	5	10	0	15
M	60	3	12	20	5	37
N	60	18	10	12	0	22

(单位: 重量%)

表 2 是本发明实施方案中使用的次要组分的玻璃组合物的构成元素的重量比。在本发明中，玻璃组合物的组成是 $u\text{SiO}_2 - v\text{Li}_2\text{O} - w\text{MO}$ 。u、v、w 是重量% (以下称为 wt%)， $u + v + w = 100$ ，其中 M 表示 Ca、Sr、Ba 中的至少一种或以上的金属离子。首先，按照表 2 的构成元素重量比，采用市售的氧化物材料，称量各起始原料。接着，以乙醇作为溶剂，通过球磨法将各起始原料混合 24 小时，制备浆料。在将该浆料干燥之后，放入到白金坩埚中，在 $1200 \sim 1400^\circ\text{C}$ 下进行 1 个小时的热处理，使其熔融。通过将该熔融物滴到金属板上进行急冷，制作玻璃块。通过球磨法将得到的玻璃块粉碎成规定的粒度，得到次要组分的玻璃组合物粉末。下面对玻璃组合物的效果进行描述。

下面,说明对采用主要组分为 $x\text{BiO}_{3/2} - y\text{CaO} - z\text{NbO}_{5/2}$ 组合物和次要组分为玻璃组合物的,本实施方案的介电陶瓷组合物的烧结体特性的评价方法。采用表 1、表 2 表示的主要组分和次要组分,准备按照表 3 表示的组成配合的介电陶瓷组合物粉末。在该组合物粉末中加入 10 重量%作为粘合剂的聚乙烯醇 5% 的水溶液,进行混合之后,通过 32 目的筛,进行造粒。再在 100MPa 下压制成形为直径 13mm、厚度约 8mm 的圆柱体和直径 13mm、厚度约 1mm 的圆板体。将这些成形体在 600℃ 下加热 2 个小时,烧掉粘合剂后,放入氧化镁容器中加盖,在大气中,在 850~1000℃ 下保持 2 个小时进行烧成。

在表 3 中,表示测定在形成最大密度的温度下烧成的烧结体的各组成的特性。在这些制备的圆板体的正反面涂敷银糊状物,采用带式炉在 850℃ 下烘烤 10 分钟,形成电极。然后,在施加电压 500V、时间 60 秒、测定温度 120℃ 的条件下,测定高温下的绝缘电阻值。

另外,采用制造的圆柱体,通过介电共振器法,求出微波下的共振频率 f 和无负载的 Q 值。进一步由烧结体的尺寸和共振频率计算出介电常数。此时的共振频率为 3~5GHz。将无负载的 Q 值乘以共振频率,计算 Qf 积,以此作为表示介电陶瓷组合物的损失的指标。该方法对普通技术人员而言是通常进行的方法。进而,测定在 -25℃、20℃ 和 85℃ 下的共振频率,通过最小二乘法,计算温度系数 (TCF)。

在改变了组成比的 $\text{BiO}_{3/2} - \text{CaO} - \text{NbO}_{5/2}$ 材料 (下面称为 BCN 材料) 中加入作为次要组分的以 SiO_2 、 Li_2O 、 MO 为主要组分的玻璃,对于该介电陶瓷材料的各特性的评价结果,在表 3 中表示。关于介电陶瓷材料的特性和陶瓷电子部件的特性结果的说明在下面详细描述。

表 3

No.	主要 组分	次要组分		介电陶瓷的特性				层压共振器的特性		
		种类	添加 量	烧结 温度	介电 常数	Qf 积	TCF	共振 频率	Q 值	TCF
100	日本专利 2798105 号表 2 No.2			925	61	2300	+23	2.0	150	+19
101	1		无	1000	58	2800	+21	在 950℃ 下烧成不充分		
102	1	A	0.05	925	58	3200	+21	2.1	230	+16
103	1	A	0.5	900	57	3300	+18	2.1	240	+15
104	1	A	1.0	875	56	2500	+18	2.1	240	+15
105	1	A	2.0	875	54	2000	+16	2.2	210	+15
106	1	A	2.5	875	51	1200	+15	2.3	120	+14
107	2	A	0.5	900	57	3500	+16	2.1	250	+12
108	3	A	0.5	900	60	2500	+25	2.0	220	+20
109	4	A	0.5	900	63	2300	+25	1.9	210	+20
110	5	A	0.5	925	58	2200	+20	2.1	210	+18
111	6	A	0.5	925	62	2000	+26	2.0	200	+24
112	7	A	0.5	925	68	2200	-14	1.9	200	-18
113	8	A	0.5	875	60	2400	+26	2.0	150	+26
114	9	A	2.0	975	68	2200	-8	在 950℃ 下烧成不充分		
115	10	A	0.5	900	58	1200	+26	2.1	150	+25
116	11	A	2.0	975	73	1800	-20	在 950℃ 下烧成不充分		
单位			wt%	℃	-	GHz	ppm/K	GHz	-	ppm/K

另外，图 1 是用图表示的 BCN 材料的本发明与现有技术的日本专利 2798105 号的范围的比较。网络划线表示的区域 11（包括边界线）是本发明的范围，包括该范围的用斜线表示的三角形的区域 12（斜线）是日本专利 2798105 号的范围。如图 1 所示，本发明的组成范围被限定在 $\text{BiO}_{3/2}$ 比小的范围内。

另外，样品编号 101~106 中，固定 BCN 材料和玻璃材料的组成比，改变玻璃的加入量。样品编号 107~116 中表示改变 BCN 材料的组成比，作为次要组分加入表 2 中的组分 A 时的结果。

接着,对于本实施方案的陶瓷电子部件,采用图2~图5C进行说明。由介电陶瓷组合物构成的介电体层1采用未烧结板制造。带状导体层(第1层)2采用金、银、铜等具有高导电率的金属材料。粘结导体层(第2层)3与在第1层2之间形成电容器,与信号端子电极(下面称为电极)6连接。屏蔽导体层(第3层)4由与第1层2相同的电极材料构成,并与地线端子电极(下面称为电极)5连接。电极5、6的材料可以采用与第1导体层2相同的电极材料,也可以采用其它电极材料。

接着,作为使用本实施方案的介电陶瓷组合物的陶瓷电子部件的一个例子,对以银作为导体层的层压共振器的制造方法和评价方法进行说明。首先,在介电陶瓷组合物粉末中加入有机粘合剂、溶剂和可塑剂,通过公知的刮刀法将采用球磨机进行混合制成的浆料制成厚度为80微米的未烧结板。另一方面,导体材料使用银(100%),通过在具有给定粒度的银粉中混合将乙醇与溶剂混合制成的有机调漆料,制成银糊状物。

采用上述未烧结板和银糊状物,在多个未烧结板1A上,如图5A~5C所示通过丝网印刷法,印刷形成第1层2、第2层3、第3层4。然后,采用这些印刷形成电极图案的多个未烧结板,形成层压体。通过将该层压体在40℃、500kg/cm²的条件下热压,来进行完全压接。用切断机将压制的层压体切断成各个元件后,在500℃下保持10个小时的条件下,使有机成分挥发。然后,在850~950℃下保持2个小时的条件下烧成。作为电极5、6,将市售的银糊状物如图2~图4所示进行涂敷,在800℃下保持10分钟的条件下进行烘烤,制成层压共振器。烧成后的层压共振器的第1层2的带状线长度约为4.0mm,宽度约为1.0mm,厚度约为2.0mm。

在如上制造的层压共振器的第2层3上介入电极5直列连接切片型电容器。然后,进行整合以使阻抗约为50Ω,通过网络分析器测定层压共振器的共振频率、Q值和温度系数TCF。

在作为现有例的日本专利2798105号公报中给出的实施例中,以可与银导体同时烧成的下述组成作为样品编号100来进行制备。本实施方案与现有例的评价结果示于表3中。

BCN 材料：原子比为 $x = 0.49$, $y = 0.20$, $z = 0.31$

加入 $[\text{Cu}/(\text{Bi} + v\text{Ca} + \text{Nb})]=0.01$ 的氧化铜

由表 3 可知，现有例的样品编号 100 显示了介电陶瓷的材料特性为 Qf 积 2300GHz 的优良特性，但是，将银导体作为第 1 层 2 的层压共振器的 Q 值低至 150。与此相对，在规定的组成范围的介电陶瓷中，材料特性不仅没有很大差别，而且，层压共振器的 Q 值都获得了 200 以上的高值。

因此，玻璃的加入量优选为 0.05~2 重量%。如果加入量少，由于无法在 950℃ 下烧成，因此，无法与银导体同时烧成，而如果加入量多， Q 值急剧降低。

而且，样品编号 114 和 116 中的 BCN 材料的组成比由于烧结温度高于 950℃，因此，无法与银导体同时烧成，是不优选的。而且，样品编号 115 的组成比中，介电陶瓷材料的固有 Qf 积降低，由此引起的层压共振器的 Q 值也降低，因此也是不优选的。样品编号 113 的组成比与样品编号 100 的同样，虽然介电陶瓷材料的特性优良，但是层压共振器的 Q 值特性低，因此是不优选的。

样品编号 100、113 是比图 1 所示的范围 $\text{BiO}_{3/2}$ 比大的组成的 BCN 材料。其中，可认为过剩的 $\text{BiO}_{3/2}$ 在烧成中与层压共振器的导体材料的银反应，引起了层压共振器的 Q 值的大大降低。

由以上结果可知，通过将由图 1 所示的范围的介电陶瓷组合物构成的介电体层，与以银为电极的导体层层压，进行同时烧成，可以获得特别是高频区域中小型并且安装性优良的层压共振器。即，可以获得微波特性极为优良的陶瓷电子部件。

下面对作为次要组分的玻璃组合物的组成进行描述。表 4 表示 BCN 材料的组成比一定，加入表 2 表示的 SiO_2 、 Li_2O 、 MO 的组成比不同的玻璃 0.5 重量%的组成。还表示通过上述方法评价的介电陶瓷组合物的材料特性和作为陶瓷电子部件的一个例子的层压共振器的电特性。图 6 是用斜线区域 13（包括边界线）表示次要组分的玻璃组合物的本实施方案中的组成范围的图。在表 2 中，A~D 包括区域 13，E~H 相当于区域 13 的各项

点。

表 4

No.	主要组分	次要组分		介电陶瓷的特性				层压共振器的特性		
		种类	添加量	烧结温度	介电常数	Qf 积	TCF	共振频率	Q 值	TCF
117	1	B	0.5	900	58	3000	+19	2.1	235	+13
118	1	C	0.5	900	59	3200	+20	2.1	240	+15
119	1	D	0.5	900	59	3100	+21	2.1	240	+18
120	1	E	0.5	925	58	3200	+15	2.1	230	+17
121	1	F	0.5	900	56	3000	+5	2.1	230	+16
122	1	G	0.5	900	58	2800	+20	2.1	220	+15
123	1	H	0.5	900	59	2600	+19	2.1	220	+18
124	1	I	0.5	925	58	3000	+20	2.1	220	+19
125	1	J	0.5	900	57	3000	+18	2.1	220	+15
126	1	K	0.5	900	60	2200	+25	2.0	190	+16
127	1	L	0.5	950	58	3300	+23	2.0	240	+14
128	1	M	0.5	950	58	2800	+25	2.0	220	+16
129	1	N	0.5	875	55	2000	+24	2.2	190	+16
单位			wt%	℃	-	GHz	ppm/K	GHz	-	ppm/K

由表 4 可知，图 6 中的区域 13（包括边界线）的组成范围内，介电陶瓷组合物的材料特性和层压共振器的电特性没有很大差别。而且，层压共振器的 Q 值在所有情况下都获得了 220 以上的高值。

另一方面，在比图 6 的区域 13SiO₂ 的比例小的样品编号 126、Li₂O 的比例大的样品编号 129 中，材料特性有些降低，由此引起层压共振器的 Q 值也有些降低。而且，在样品编号 127、128 的组成比下，烧成温度高至 950℃。因此，在与银导体同时烧成时，由于烧成炉的温度不均，一部分银导体可能发生熔融，存在实用上的问题。

根据以上结果，为了获得实用上稳定并且具有高 Q 值的层压共振器，应该使次要组分玻璃组合物的组成比在图 6 的区域 13（包括边界线）表示的范围内。

只要不对特性产生不利影响，在玻璃组合物中还可以加入 Al_2O_3 、 B_2O_3 、 Na_2O 、 SnO_2 、 P_2O_5 等。在表 4 中，表示固定主要组分和玻璃组分的添加量的试验结果，但是只要是在图 1 表示的组成范围的主要组分，也具有同样的效果。而且，玻璃成分的加入量如前所示在 0.05~2 重量%的范围内时可获得同样的效果。

接着，对在介电陶瓷组合物中加入作为第 2 次要组分的氧化铜 (CuO) 的效果进行描述。制造相对于表 3 的样品编号 103 的材料组成 100 重量%，在 0.05~0.15 重量%的范围内改变加入的 CuO 的介电陶瓷组合物。该介电陶瓷组合物的特性和层压共振器的特性结果在表 5 表示。

表 5

No.	主要 组分	次要成分		第 2 次要 成分 CuO	介电陶瓷的特性				层压共振器的特性		
		种类	添加 量		烧结 温度	介电 常数	Qf 积	TCF	共振 频率	Q 值	TCF
103	1	A	0.5	0	900	58	3000	+19	2.1	235	+13
130	1	A	0.5	0.05	875	58	3200	+20	2.1	230	+15
131	1	A	0.5	0.1	875	58	3000	+21	2.1	200	+18
132	1	A	0.5	0.15	850	58	2800	+19	2.1	180	+17
单位			wt%	wt%	℃	-	GHz	ppm/K	GHz	-	ppm/K

由表 5 可知，通过加入少量的 CuO ，可以将烧结温度降低 25℃或以上，由于与银的熔融温度 962℃的温度差扩大了，因此，在大量生产时能够稳定烧成。但是，如果如样品编号 132 那样过量加入 CuO ，尽管介电陶瓷组合物的 Qf 值没有降低太多，但是，层压共振器的 Q 值却大大降低。过剩加入的 CuO 引起与银导体发生反应被认为是一个原因。因此，加入量优选为 0.05~0.1 重量%或以下。

只要在对特性没有不利影响的范围内，可以含有其它杂质成分。而且，可以代替 CuO 加入其它铜化合物。这时，加入量优选换算成 CuO 为 0.1 重量%或以下。而且，在表 5 中表示了固定主要组分和玻璃成分进行试验

的结果，在图 1 和图 6 的组成范围内，也具有同样的效果。

在本实施方案中，虽然采用银作为导体层，但是在含有 95 重量%以上的银时，具有上述效果。

如上所述的本发明的介电陶瓷组合物抑制了与银的反应，即使与以银为主要组分的导体层同时烧结，也能够获得 Q 值极高的介电陶瓷组合物。该介电陶瓷组合物可用作微波、毫波等高频波区域使用的小型、高性能的共振器、滤波器、天线、电容器、电感器和电路板等陶瓷电子部件等。

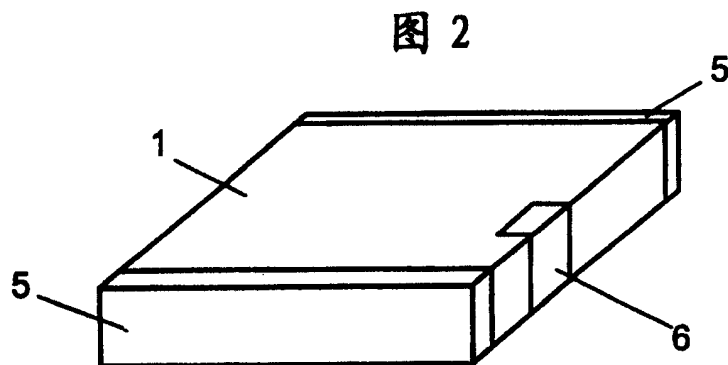
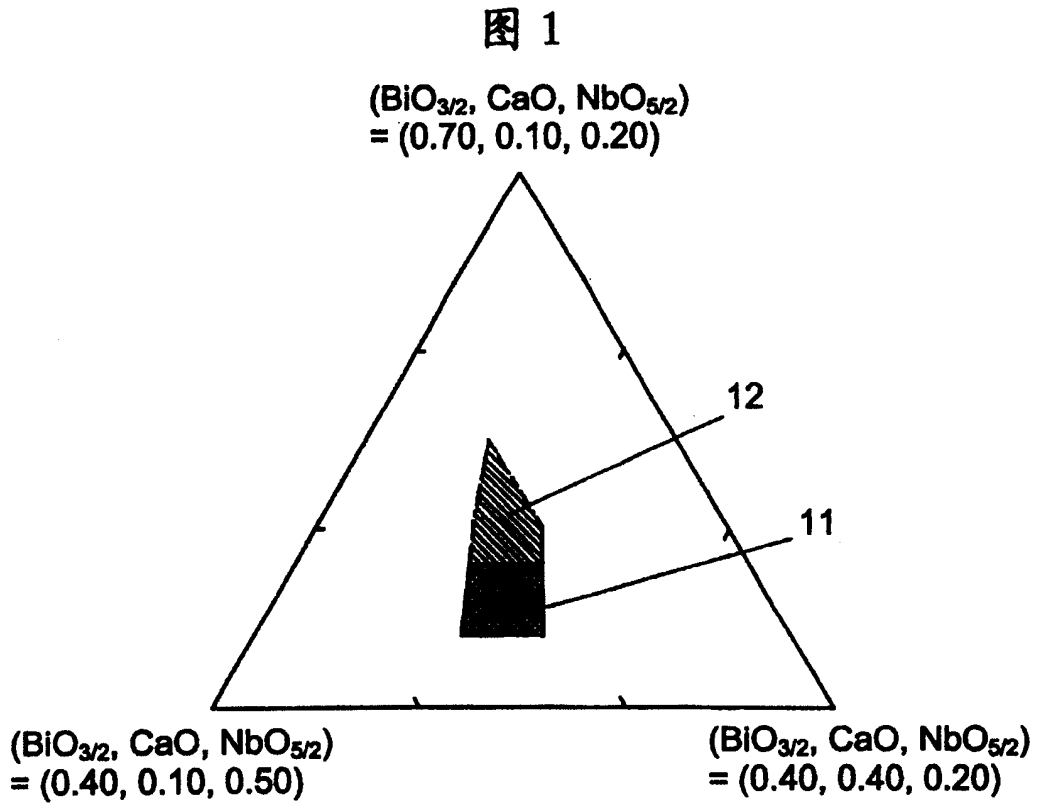


图 3

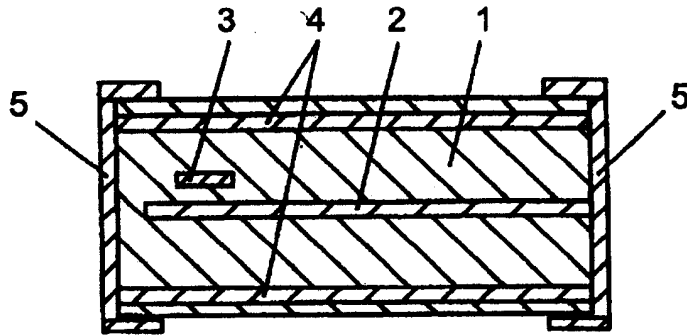


图 4

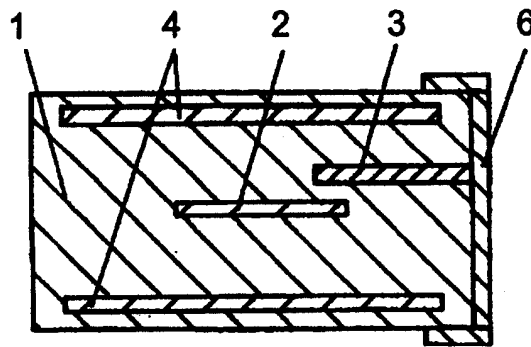


图 5A

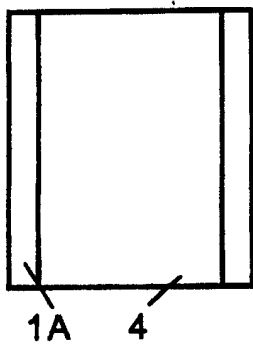


图 5B

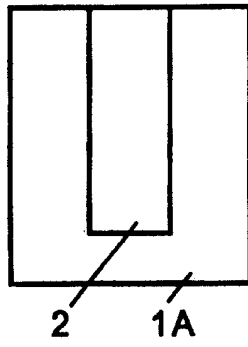


图 5C

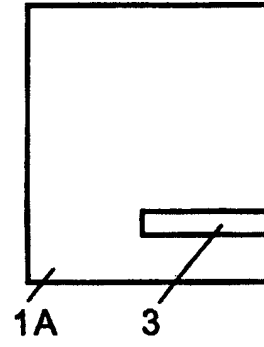


图 6

