

# ハイブリッドIC用コンデンサについて

株式会社 村田製作所 井上純一

## 1. まえがき

トランジスタの出現によって成長した電子部品は海外市場を席卷、国際市場で大いに活躍するようになった。昭和40年の工業技術院の調査によると「電子機器用コンデンサはこの10年間で信頼度は1000倍に向上し、大きさは10分の1に小型化され、安定度は5倍に上がった。」とされている。

トランジスタに続いて、ICへと進むにょんで、コンデンサもその形態を変えつつある。いうまでもなく薄膜技術を応用したコンデンサも開発され、ハイブリッドIC用素子として新しい分野を形成するようになった。

ここで最近実用化されているハイブリッドIC用コンデンサの概況を、一般にいう広義の厚膜コンデンサを重点として紹介する。

## 2. コンデンサの種類

まず、コンデンサの種類を、その構造によって大別すると、個別コンデンサ(外付コンデンサ)および印刷コンデンサに、分類される。個別コンデンサは、電子回路に組立後、静電容量を可変できる可変コンデンサ、静電容量を可変できない固定コンデンサ、および固定コンデンサの一種であるが、形状がアルミナ基板等の、回路に取付容易な構造になっているチップコンデンサに分類される。印刷コンデンサは厚膜コンデンサと、薄膜コンデンサに分類される。これらを更に、コンデンサに使用している誘電体によって分けると表-1のようになる。

ハイブリッドIC、特に厚膜IC用として、一般のラジオ、テレビ等に、使用されている絶縁塗料を被覆した円板、または角板形コンデンサ(固定コンデンサ)を、そのまま、リード線を短かくカットして使用することも、可能であるが、次に、ハイブリッド用として、用意(市販)されている、主なコンデンサを取り挙げてみる。

## 3. ハイブリッドIC用 コンデンサの種類

ハイブリッドICとして使用できるコンデンサを、形状を織り込んで細分類すると、表-2のようになる。

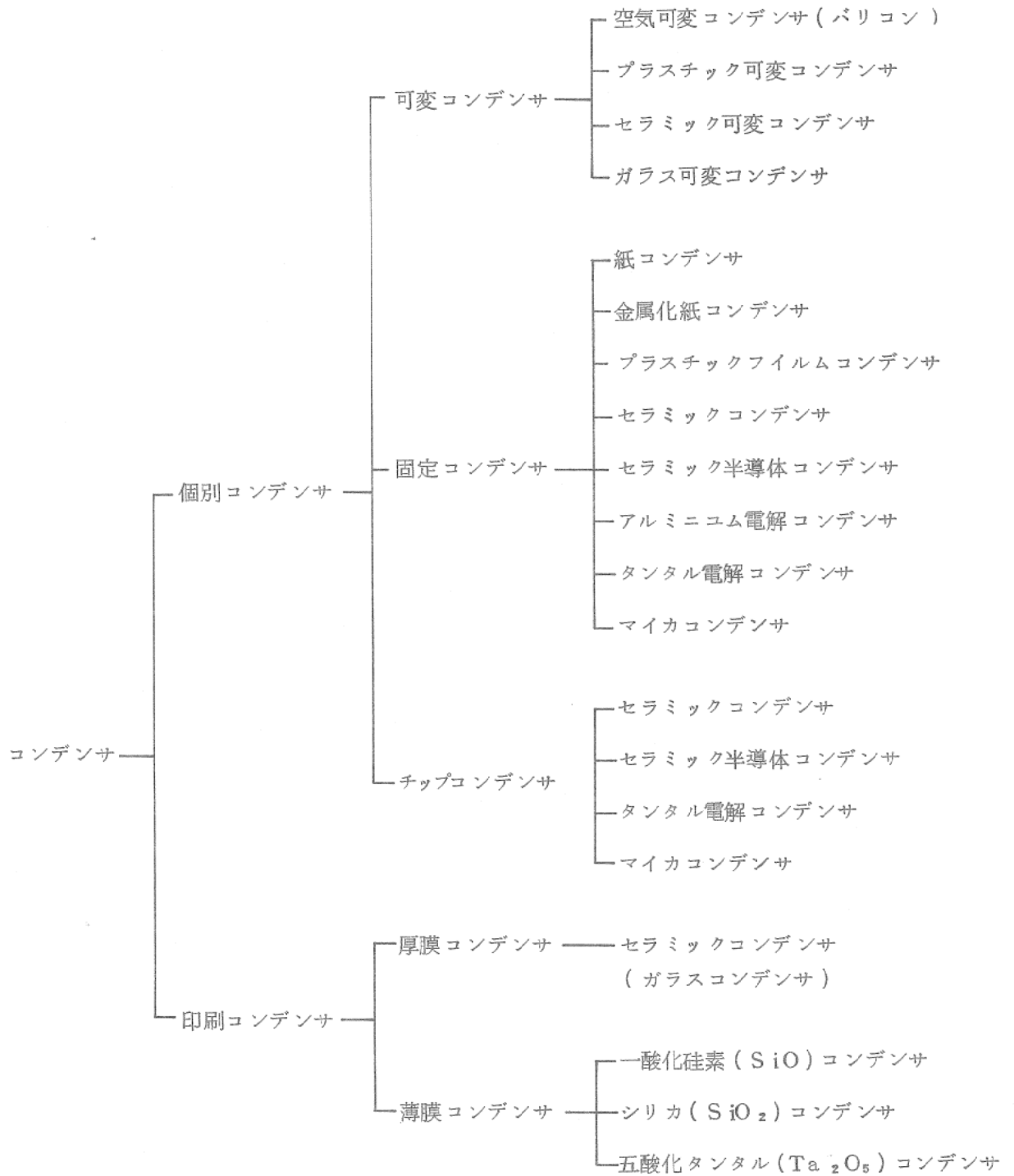
### 3-1) 円板形セラミックコンデンサ

通常TVチューナ回路に良く使用されるタイプで、酸化チタン系またはチタン酸バリウム系のセラミック円板に、銀等の電極を設けた裸コンデンサ(直付けコンデンサともいわれている)である。はんだ耐熱性や、電極引張り強度を、特に要求されなければ、大形ではあるが安価に得られ、然も、温度特性も可成り自由に選択できるコンデンサである。

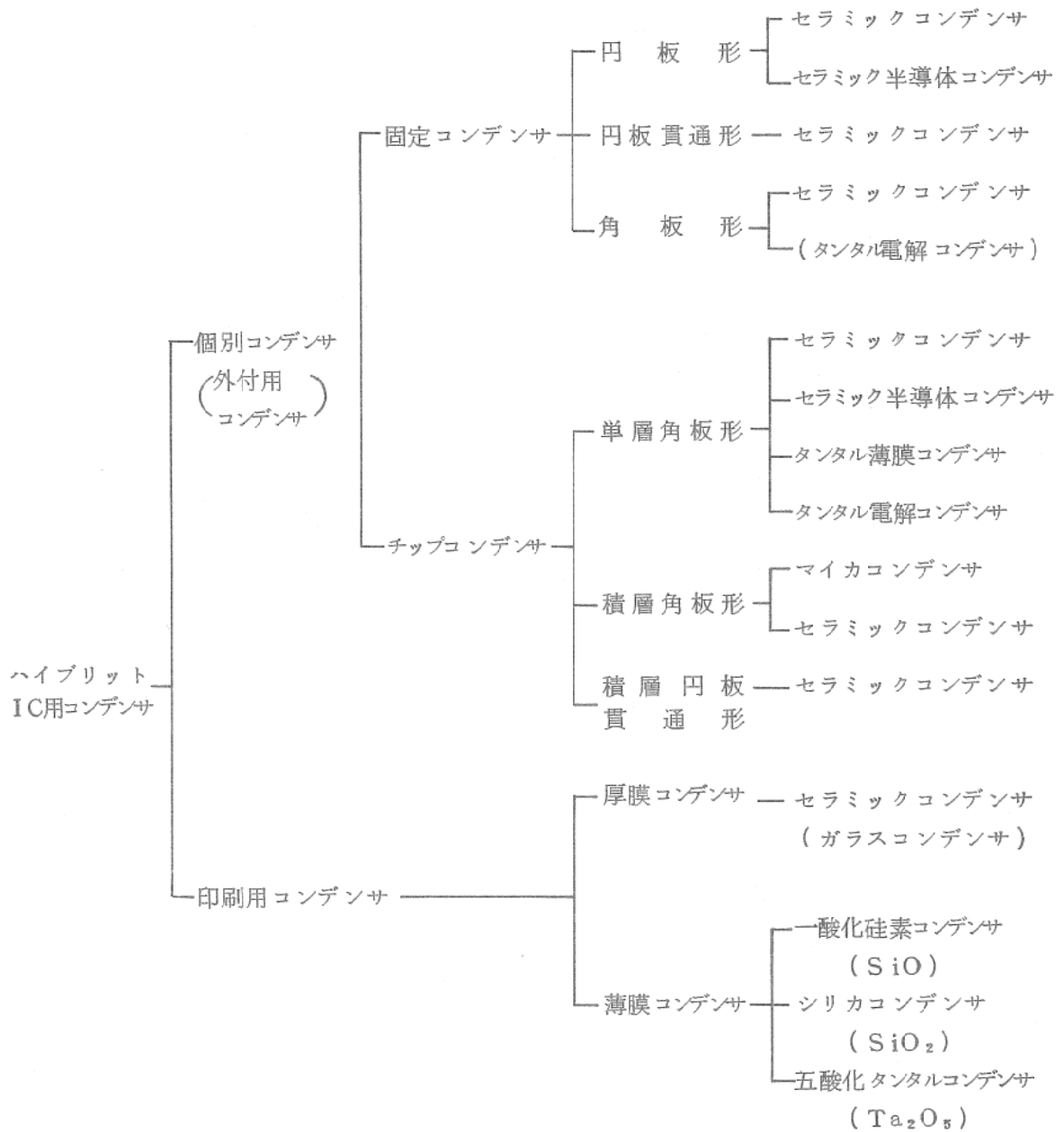
### 3-2) 円板形半導体コンデンサ

半導体コンデンサは、その構造により結晶粒界形(境界層形)、堰層容量形(整流形)還元再酸化形、などがある。セラミックコンデンサを小型、大容量化する一方法として、半導体セラミックの一部を再絶縁化し、この薄い誘電体層を利用したものである。

表一1 コンデンサの分類



表一2 ハイブリッドIC用コンデンサの分類



いずれも誘電率の大きいチタン酸バリウム (BaTiO<sub>3</sub>) 系を使用している。3-1 項と同様、一般にはリード線が取付けられ外装絶縁塗料で被覆されているが、ここでは、いずれのタイプも、金属電極を設けた裸コンデンサを指す。この種のコンデンサは、誘電体層に直列に半導体層が、はいつているため、周波数特性がのびず、使用領

域にも限界がある。(ただし、結晶粒界形は、その構造上、周波数特性は、他の二者よりすぐれているので、板リードを使用して高周波特性を、良くした製品も用意されている。)しかし、小形で比較的大容量で、しかも温度特性が、セラミックコンデンサに較べて、良好(変化率が小さい。)なため、回路設計時の静電容量値を大幅に小さくす

することも可能なバイパス、またはカップリング用コンデンサである。

3-3) 円板貫通形セラミックコンデンサ  
通常TVチューナ回路(特にUHF)に、良く使用される円板貫通形コンデンサの素子である。チタン酸バリウム系の、孔あき円板に、同心円状の電極(外側電極を接地する)を、設けた裸コンデンサである。回路構成上、他の部品のリード線を、そのまま、貫通させる場合は、非常に有効な高周波パスコンとして使用できるコンデンサである。(通常外側の電極を接地し、内側の電極を貫通端子として使用する。)

3-4) 角板形セラミックコンデンサ  
酸化チタン系、またはチタン酸バリウム系のセラミック角板に、銀等の電極を設けた、裸コンデンサ(TVチューナ回路用には、角板または円板を、変形したものもあるが、ここでは対象外とした。)で、その他は、円板形と同様である。

3-5) 角板形タンタル電解コンデンサ  
電解液をまったく含まない固体タンタル電解コンデンサは、ハイブリッド用として用いることができる電解コンデンサとしては、唯一のものである。

温度特性も、アルミ電解のように、温度に対する安定性が悪くなく、従って低温域での急激なインピーダンス変化も見られない。電解コンデンサは、直列抵抗分が、多いので周波数特性は悪いが、電源フィルタ用、バイパス用、としては、他の追従を許さない小形大容量のコンデンサである。

3-6) 単層角板形セラミックコンデンサ  
酸化チタン系、またはチタン酸バリウム系のセラミック角板に、銀等の金属電極を、表裏面对向、またはフェースボンディングが

できる様、同一面上に設けたチップコンデンサである。

静電容量は比較的小さいが、安価に得られ、然も温度特性も可成り自由に、選択できるコンデンサである。ただし、セラミック素体厚みだけが、ギャップを構成する場合があるので、直流電圧が、殆んど印加されない回路以外には、余り推奨できない。

3-7) 単層角板形半導体コンデンサ

3-2項で説明した半導体コンデンサの角板形で、結晶粒界形、および還元再酸化形のもの、製品化されている。

3-8) タンタル薄膜チップコンデンサ

ガラス板等の絶縁板上に、タンタル(Ta)を蒸着し、その表面を、酸化して五酸化タンタル( $Ta_2O_5$ )にして、その上にAu等を、蒸着して、電極としたコンデンサである。製品化されたものでは、 $2.25 \times 1.5 \times 0.6$ MM(100~500pF)  $3.0 \times 2.0 \times 0.6$ MM(501~1,000pF)等がある。

3-9) タンタル電解チップコンデンサ

3-5項のタンタル電解コンデンサと、同様であるが、チップ形状にしたもので、高さも僅かであるが、低くなっている。

3-10) マイカチップコンデンサ

天然マイカを、特殊技術で積層化(はんだ付け部分を残して、低融点ガラス層を形成し、各層間を接着して、一体化したもの。)したもので、温度特性は小さく(NPO~P50PPM)静電容量許容差が小さく、且つ、高周波用高精度コンデンサや、高速パルスコンデンサとして、最適のものである。

3-11) セラミックチップコンデンサ

酸化チタン系、またはチタン酸バリウム

のセラミックの薄膜(20~50 $\mu$ )に、金属電極を印刷して、交互に重ね合せて、積層化したもので、接続用はんだ付け電極は、同一平面上にあるフェースボイディングタイプの、コンデンサである。小型、大容量で、絶縁性が高く、しかも周波数特性が良好で温度特性も可成り自由に選択できるので、ハイブリッド一般用として、最適のコンデンサである。

3-12) 円板貫通形セラミックチップコンデンサ

3-11項と同じ方法で、積層化した円板貫通形セラミックチップコンデンサである。超小形(約4.0MM $\Phi$ )で、4700pFまで、静電容量をとることが可能である。

3-13) ガラスコンデンサ

印刷コンデンサの構造は、図1に示すのが基本的なものである。回路を構成する基板に平行して、下部電極—ガラス誘電体—上部電極の順序で重ねられており、夫々の工程で、焼付工程が入る。なお、比較的小容量の場合は、図-2、の様な構造とする。ガラスコンデンサは、高周波回路用小容量コンデンサとして適しているが、ガラス誘電体の膜厚のコントロールが困難で、静電容量のパラツキが大きく、また焼成温度が高い(900 $^{\circ}$ C前後)ため、他の厚膜導体や、抵抗体に悪い影響を与えるので、余り広く使用されていない。

3-14) SiO<sub>2</sub>コンデンサ

一酸化硅素SiO<sub>2</sub>は蒸気圧が大で、真空内1200~1400 $^{\circ}$ Cに熱し蒸発させる

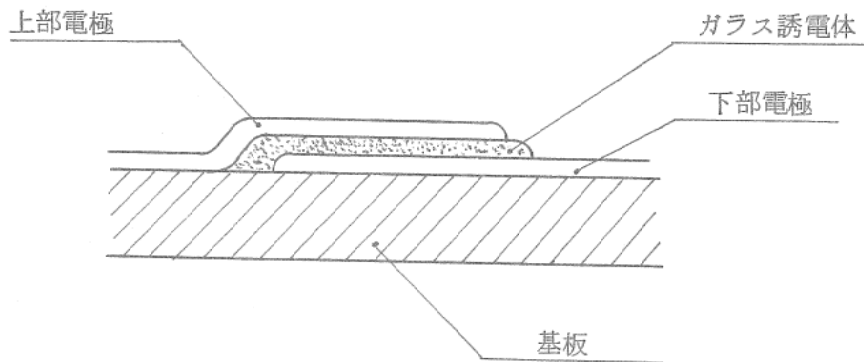


図-1 印刷コンデンサの基本構造

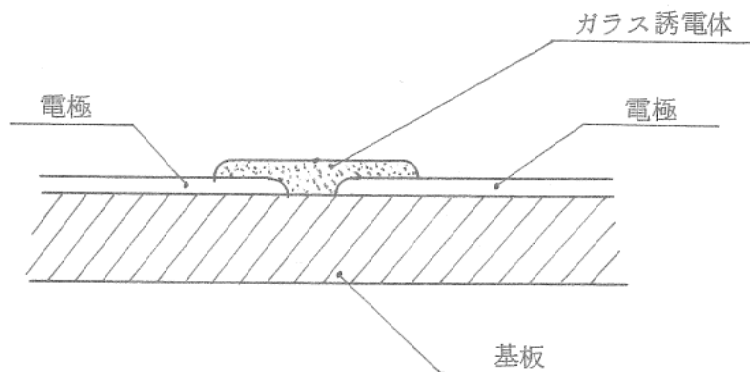


図-2 小容量コンデンサの構造

と、基板に良く付着して、薄膜となる。厚さ $1\mu$ のとき、定格使用電圧は $25\sim 50$  Vに選ぶ。誘電率は $4.0\sim 5.5$ 、 $\tan\delta$ は、 $0.3\sim 1.0\%$ でこのときの単位容量は $4,000\sim 6,000\mu\text{F}/\text{Cm}^2$ 、となる。また、温度特性は $P100\sim P400$ で、静電容量の分布も $\pm 5\sim 10\%$ と、比較的小さいので、発振回路用コンデンサとしても使用できる。

### 3-15) $\text{SiO}_2$ コンデンサ

シリカ( $\text{SiO}_2$ )は蒸気圧が低いために真空蒸着は、困難で、一般には熱分解法で薄膜を生成する。厚さ $1\mu$ のとき定格使用電圧は、 $50\sim 100$  V、誘電率は、 $3.5\sim 4.0$   $\tan\delta$  は、 $0.03\sim 0.1\%$ で、このときの単位容量は、 $3,000\sim 5,000\mu\text{F}/\text{Cm}^2$ 、となる。しかし、熱分解における化学反応条件の制御は、真空蒸着よりもかなりむづかしく、これら $\text{SiO}_2$ コンデンサの実用化を、はばんでいるようである。

### 3-16) $\text{Ta}_2\text{O}_5$ コンデンサ

タンタル( $\text{Ta}$ )を陽極とし、適当な電解質中で電気化学的(電流および電圧化成)に、その表面に五酸化タンタル( $\text{Ta}_2\text{O}_5$ )の、微細不完全結晶構造を有する皮膜を、生成する。

厚さ $2400\text{\AA}$ のとき、定格使用電圧は、 $50$  Vで、このときの単位容量はおよそ、 $10,000\text{PF}/\text{Cm}^2$ となる。なお、単位容量を1桁増加するよう膜厚を薄くし、そのために破壊電圧が低下しないように、改良されたものもある。静電容量の分布は、化成条件をうまく制御すると、 $\pm 2\%$ までにおさえることができる。また $\tan\delta$ は $0.2\sim 1.0\%$ と、小さいが、 $10\text{KHz}$ を










超えると電極抵抗が影響して、大きくなる。従って、電源回路、または低周波回路でのバイパスコンデンサとして、使用できるコンデンサである。

以上、夫々のコンデンサについて、述べたが、これらの温度特性、静電容量取得範囲、および静電容量の許容差を一覧表にしたのが、表-3である。夫々のコンデンサに、特長があり、優劣はつけ難いが、印刷厚膜コンデンサは、誘電体膜の厚みが制御しにくい点と、トリミングが難しい点や、さらに低温単時間で焼結(再結晶化)可能な材料が無い。また、印刷用薄膜コンデンサは、製造工程が複雑で高価な点と、基板表面のあらさが、そのまゝ薄膜に影響するので、場合によっては $300\text{\AA}$ 以上のあらさを、必要とする点等を、短所として見た場合、将来の電子回路の超小形化、および使用周波数帯の動向を考慮すると、特性が可成り自由に選択でき、周波数特性も良好で設計によっては、数 $10\text{GHz}$ までコンデンサとして、使用できる積層セラミックチップコンデンサが、ハイブリッド用コンデンサとしては最適のコンデンサであると云える。

開発当初は価格が非常に高く、民生用電子回路には、不向であったが、製造技術の向上によって量産効果が出て来て、最近では、価格が大巾に下り、ラジオ、テレビ、を始めとして、電子時計、や自動車エレクトロニクスにも多く使用される様になった。

次に、この積層セラミックコンデンサの種類と特長、その他について述べる。

表一3 ハイブリッド用コンデンサの概要

No.	コンデンサ名	定格電圧	温度特性	最小膜厚	静電容量および許容偏差	備考
1	セラミック コンデンサ	50V	温度補償用P100~N750	0.2mm	1~75pF±0.25pF±5%	
			高誘電率系B.D.E.F		100~4700pF±10% $^{+100}_{-0}$ %	
2	セラミック半導体 コンデンサ	50V	結晶粒界形 D	2.0mm	4700pF ±30%	
		12 25V	堰層容量形 D Y5T	0.8mm	4700pF±20% $^{+80}_{-20}$ %	
		25 50V	還元再酸化形Y5T.Y5V	0.8mm	10000pF±20% $^{+80}_{-20}$ %	
3	セラミック コンデンサ	50V	高誘電率系 F	0.2mm	1000pF $^{+80}_{-20}$ %	
4	セラミック コンデンサ	50V	温度補償用P100~N750	0.2mm	1~91pF ±0.25pF ±5%	
			高誘電率系B.D.E.F		100~6800pF±10% $^{+100}_{-0}$ %	
5	タンタル 電解コンデンサ	25V	(タンタル固体)Y5R		0.47~47μF ±20%	モールド  5.2×2.8×2.3
6	セラミック コンデンサ	25V	温度補償用P100~N750	0.2mm	1~110pF ±0.25pF±5%	
		50V	高誘電率系B.D.E.F		100~8200pF±10% $^{+100}_{-0}$ %	
7	セラミック半導体 コンデンサ	25V	結晶粒界形 D	1.0mm	100~2200pF ±30%	
		25 50V	還元再酸化形Y5T.Y5V	0.8mm	330~4700pF±20% $^{+80}_{-20}$ %	
8	タンタル 薄膜コンデンサ	15 30V	P120±30ppm	(0.6mm)	100~10000pF±1%±10%	 2.25×1.5×0.6
9	タンタル 電解コンデンサ	15.20 35V	(タンタル固体)Y5R	(1.78mm)	0.33~33μF±5%±20%	4.57× 2.54×1.78
10	マイコンデンサ	100V	(天然マイカの積層)0~P50	(2.5mm)	1~500pF±0.25%±0.25pF	 4×3×1.5
11	セラミック コンデンサ	50 100V	温度補償用NPO~N750	30μ	1~10000pF±0.25pF±5%	
		25 50V	高誘電率系B.D.E.F	40μ	330pF~47μF±10% $^{+80}_{-20}$ %	
12	セラミック コンデンサ	25 50V	高誘電率系 F	40μ	1000~4700pF $^{+80}_{-20}$ %	
13	セラミック (ガラス)コンデンサ	25 50V	P300~N300ppm	25μ	5~1000pF±2%±5%	ガラス 誘電体ペースト
14	SiO <sub>2</sub> コンデンサ	25 50V	P100~P400ppm	1μ	1500~2200pF±5%±10%	
15	SiO <sub>2</sub> コンデンサ	25 50V	P10~P50ppm	1.5μ	1000~2000pF	
16	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> コンデンサ	25 50V	P100~P250ppm	2400Å	4700pF~47μF±2%±10%	

注 1) 静電容量は円板の場合は直径6.3mm以下、角板の場合は6.3×5.6mm以下の大きさを対象として計算した値である。

2) 温度特性は、JIS-C 5130.3.1項特性、参照(表一5、表一6参照されたい)

#### 4. 積層セラミックコンデンサの種類

##### 4-1 構造上から見た場合

積層セラミックコンデンサの素体構造は、図-3の通りである。またその製造過程は、概略次の通りである。

- 1) チタン酸バリウム、酸化チタン系などのセラミックコンデンサ材料の薄膜(20~50 $\mu$ )に、内部電極として白金パラジウムなどの、高温に耐える安定な貴金属を塗布する。
- 2) 内部電極を印刷した薄膜を、設計静電容量によって、数層から数十層積み重ね、これに外装絶縁と機械強度補強を目的として、上下に印刷していない薄膜を数層積み重ね、

これらを密着させて、1300~1350 $^{\circ}$ Cで焼成する。

- 3) 焼き上げたまゝでも内部電極が、露出しているが、必要に応じて、研削などを、施した後、内部電極を並列に接続するための、外部電極として、銀、または銀パラジウムペーストを筆塗り、または浸せき法等で塗布する。これを、700~800 $^{\circ}$ Cで焼付して、チップコンデンサが出来上る。積層セラミックコンデンサを、構造上から分類すると、表-4、のようになる。

##### 4-2) 特性から見た場合

- 4-2-1) 温度補償用(TC系、種類1、酸化チタン系)

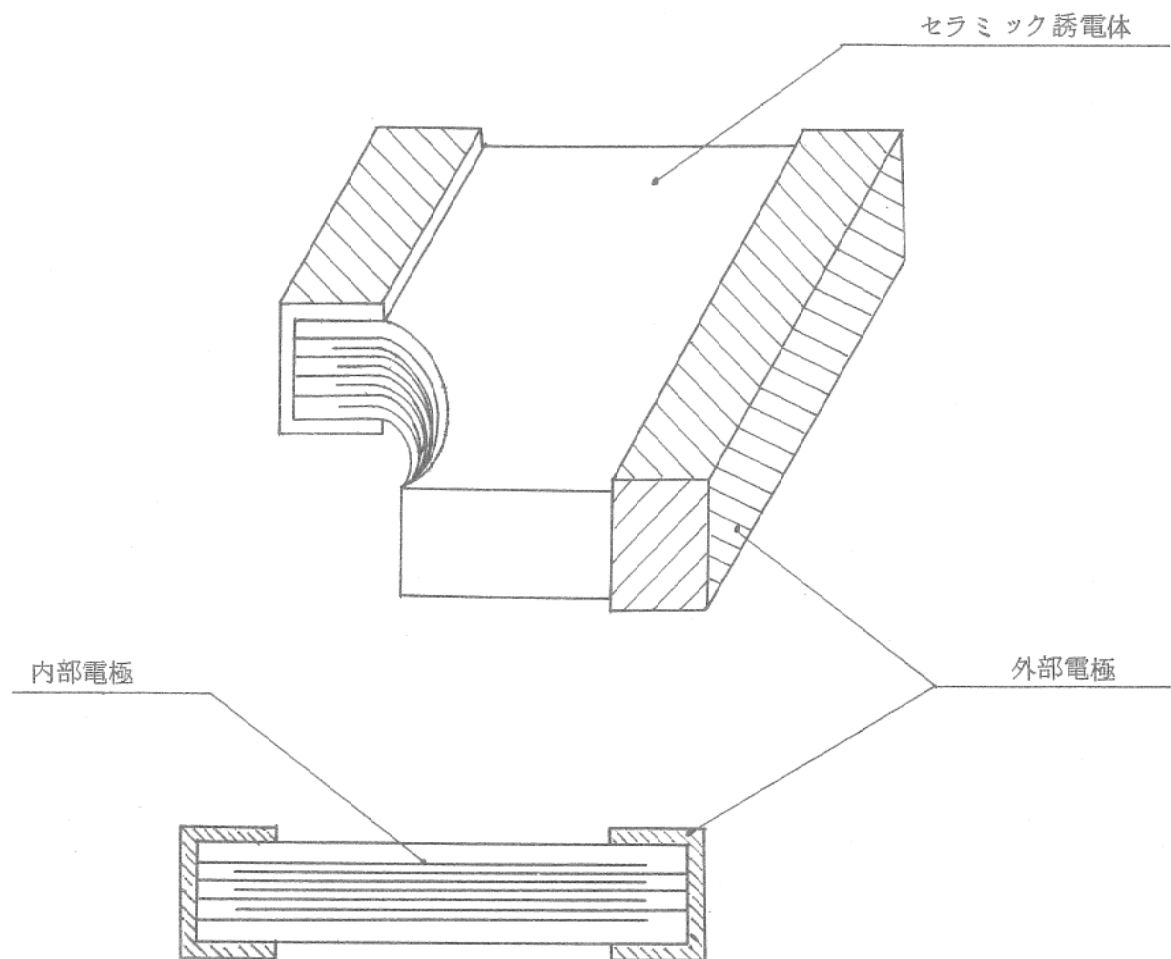
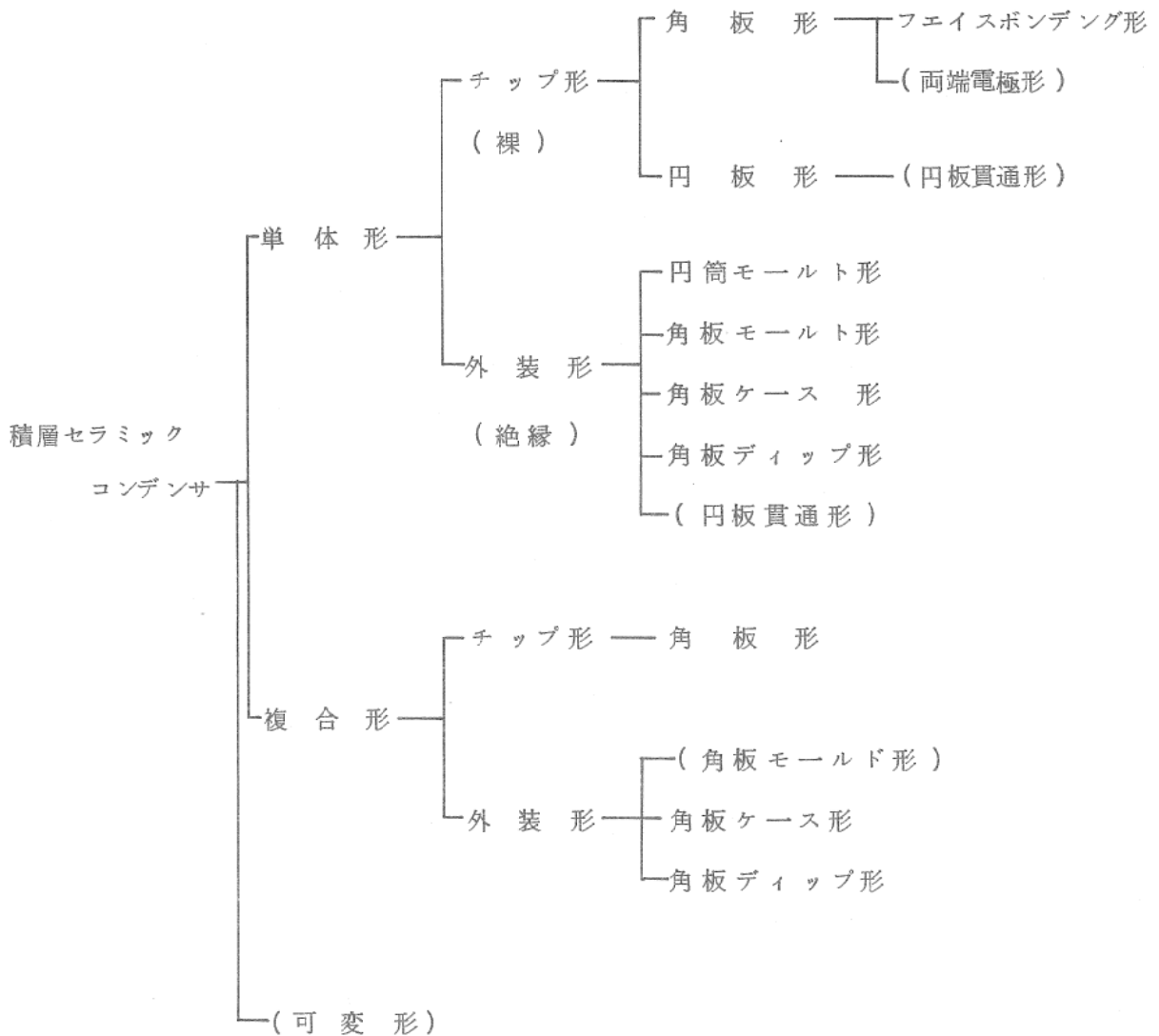


図-3 素体の構造



表一4 構造上から見た積層コンデンサの分類



静電容量の温度特性が、比較的直線性のもので、Qが高く、高周波回路、共振回路線などに使用される。

温度係数としては、セラミック材質により、

表一5、に示すものがあるが、NPO、N750、の温度係数をもったもの、およびSL特性のコンデンサが多く使用されている。

表一5 積層セラミックコンデンサの温度係数

温度係数 ppm/°C	P100	P30	NPO	N80	N150	N220	N330	N470	N750	P350 ~N1000
記号	A	B	C	H	L	R	S	T	U	SL

注) 適用規格 JIS C 5130

4-2-2) 高誘電率系 (HIK系、種類II、チタン酸バリウム系)

静電容量の温度特性が、非直線性のもので容量値が大きく、側路回路、結合回路などに使用される。

代表的な温度特性として、表一6、のようなものがある。

4-3 定格電圧から見た場合

一般に使用されている積層セラミックコンデンサ素体の薄膜の厚みは、20~50 μmの程度であり、この厚みを変えることにより定格電圧は、500V、DCまで可能であるが25V、50V、および100Vが標準定格電圧である。

5. 積層セラミックコンデンサの種類

5-1 容積-容量比が非常に小さい。(超小形)

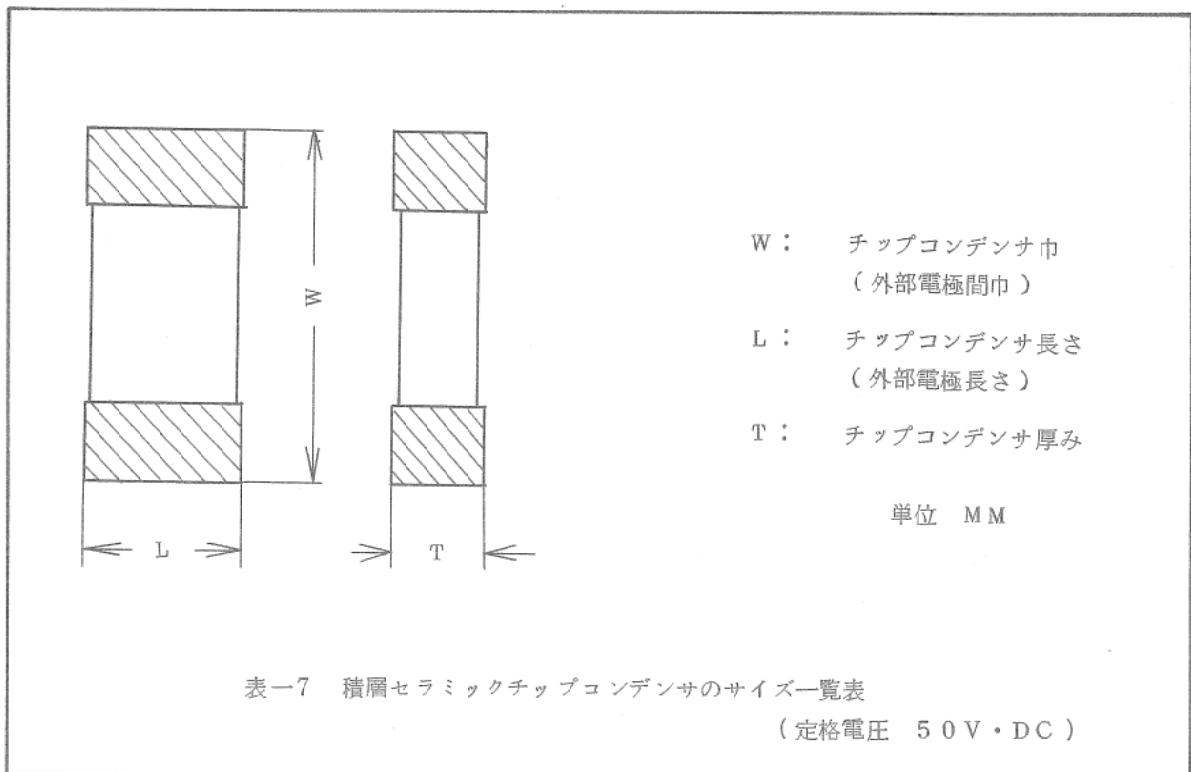
積層セラミックコンデンサでは、温度補償用を使っても、高誘電率系の単層チップコンデンサと同一か、またはそれ以下のサイズで、同一容量値のものを使用できる。(例えばB特性の1,000 pFは、単層で14 mm<sup>2</sup>必要であるがこれをNPOで積層にした場合、約9 mm<sup>2</sup>で置換できる) また、単層では全く考えられなかったNPO特性で5,000 pF (6.3×5.6 mm) も可能なため最近では、これらを更に、並列接続して、温度特性が、フラットなアクティブフィルター用コンデンサとしても利用されている。なお、表一7、は静電容量に

表一6 積層セラミックコンデンサの温度特性

温度特性	温度範囲	静電容量変化率	備考
W5F (X7F)	-55~+125℃	±7.5% (25℃)	EIA-RS-198B
W5R (X7R)	-55~+125℃	±15% (25℃)	EIA-RS-198B
Y5U	-30~+85℃	+2.2% -5.6% (25℃)	EIA-RS-198B
Y5V	-30~+85℃	+2.2% -8.2% (25℃)	EIA-RS-198B
B	-25~+85℃	±10% (20℃)	EIA-J-RC-3698 (Y5P 相当)
C	-25~+85℃	±20% (20℃)	EIA-J-RC-3698
E	-25~+85℃	+2.0% -5.5% (20℃)	EIA-J-RC-3698 (Y5U 相当)
F	-25~+85℃	+3.0% -8.0% (20℃)	EIA-J-RC-3698 (Y5V 相当)

注 1) 静電容量変化率の( )内温度は基準温度を表わす。

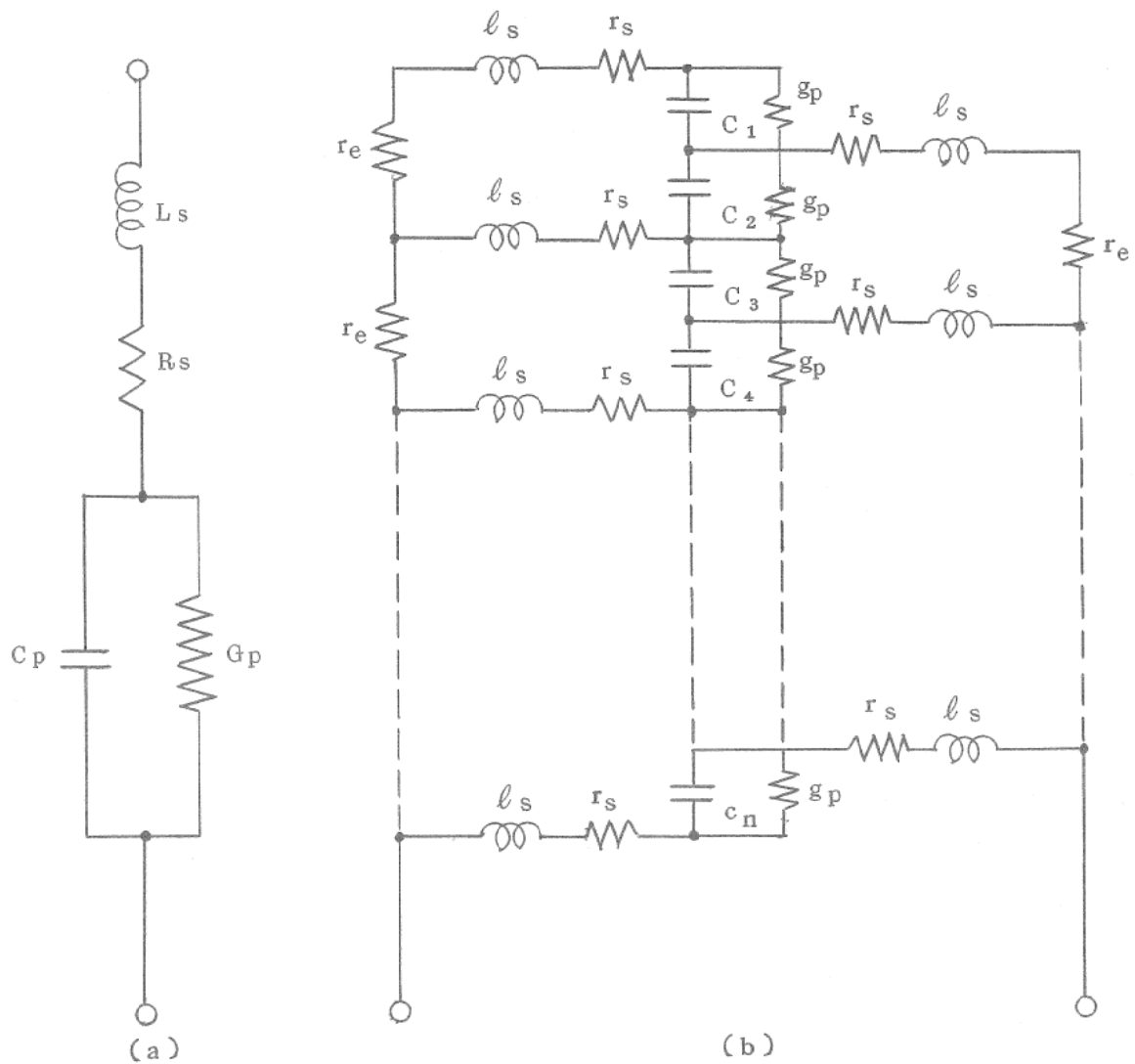
2) EIA-RS-198B・EIA-J-RC-3698は適用規格



表一七 積層セラミックチップコンデンサのサイズ一覧表  
(定格電圧 50V・DC)

形式	寸法			特性および静電容量 (pF または uF)							
	W	L	T	CH	RH	UJ	SL	W5F	W5R	Y5U※	Y5V※
GR40 (12)	±0.3 20	±0.3 1.25	1.0 以下	1~ 160	7~ 160	11~ 270	1~ 270	310 8200	310 8200	680 6800	1500 ・01
GR41 (14)	±0.5 45	±0.3 1.25	1.0 以下	15~ 300	16~ 360	27~ 620	15~ 620	1000 ・015	1000 ・015	1500 6800	4700 ・015
GR42	±0.5 28	±0.3 2.24	1.5 以下	100 680	110 680	180 1200	100~ 1200	4700 ・039	4700 ・039	3300 ・022	6800 ・047
GR43 (24)	±0.5 45	±0.3 2.0	1.5 以下	180 1100	220 1,100	390 2000	180~ 2000	・01 ・056	・01 ・056	6800 ・033	・015 ・068
GR44 (65)	±0.5 56	±0.5 6.3	1.5 以下	910 6800	1000 6800	1600 11,000	910~ 11,000	・039 ・33	・039 ・33	・022 ・27	・047 ・47
静電容量許容差				±5% ±10% (10pF以下 ±0.25・±0.5 pF)				±10% ±20%		+80% -20%	

注 1. 形式GR40、41、42、43、44は弊社形名、それぞれの括弧内に記したのがEIA-J RC3698による形名記号である。  
2. 特性は、表一5および表一6参照されたい。  
3. ※Y5U・Y5Vは25VDC用もあります。



- $C_p, C$  素子の静電容量値
- $G_p, g_p$  素子のコンダクタンス
- $L_s, l_s$  電極のインダクタンス
- $R_s, r_s$  電極の抵抗
- $r_e$  接続(外部)電極の抵抗

図-4 一般コンデンサ(a)と積層セラミックコンデンサ(b)の等価回路

対する、チップコンデンサのサイズ一覧表の一部で、容量ステップはEシリーズ数値を標準にしている。

5-2) 高周波特性ばすぐれている。

積層セラミックコンデンサが、一般コンデンサに比較して、もっとも特長とするところ

ろは、高周波特性が良好なことである。図-4は、一般コンデンサと積層セラミックコンデンサについて、集中定数等価回路を示すものである。いま同一容量値の両者の自己共振周波数を、考慮してみると、

$$C = \frac{1}{n} C_p \quad \ell_s \doteq \frac{1}{2n} L_s$$

$$F_o = \frac{1}{2\pi \sqrt{\ell_s C}} = \frac{n\sqrt{2}}{2\pi \sqrt{L_s C_p}}$$

$$F_o = n \sqrt{2} F_{o'}$$

ただし  $F_o = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_s C_p}}$   
 となり積層セラミックコンデンサの共振周波数は、薄膜の積重ね枚数  $n$  に比例して高くなる。

図-5 は、 $l = 20 \text{ mm}$ 、 $t = 0.6 \text{ mm}$  のス

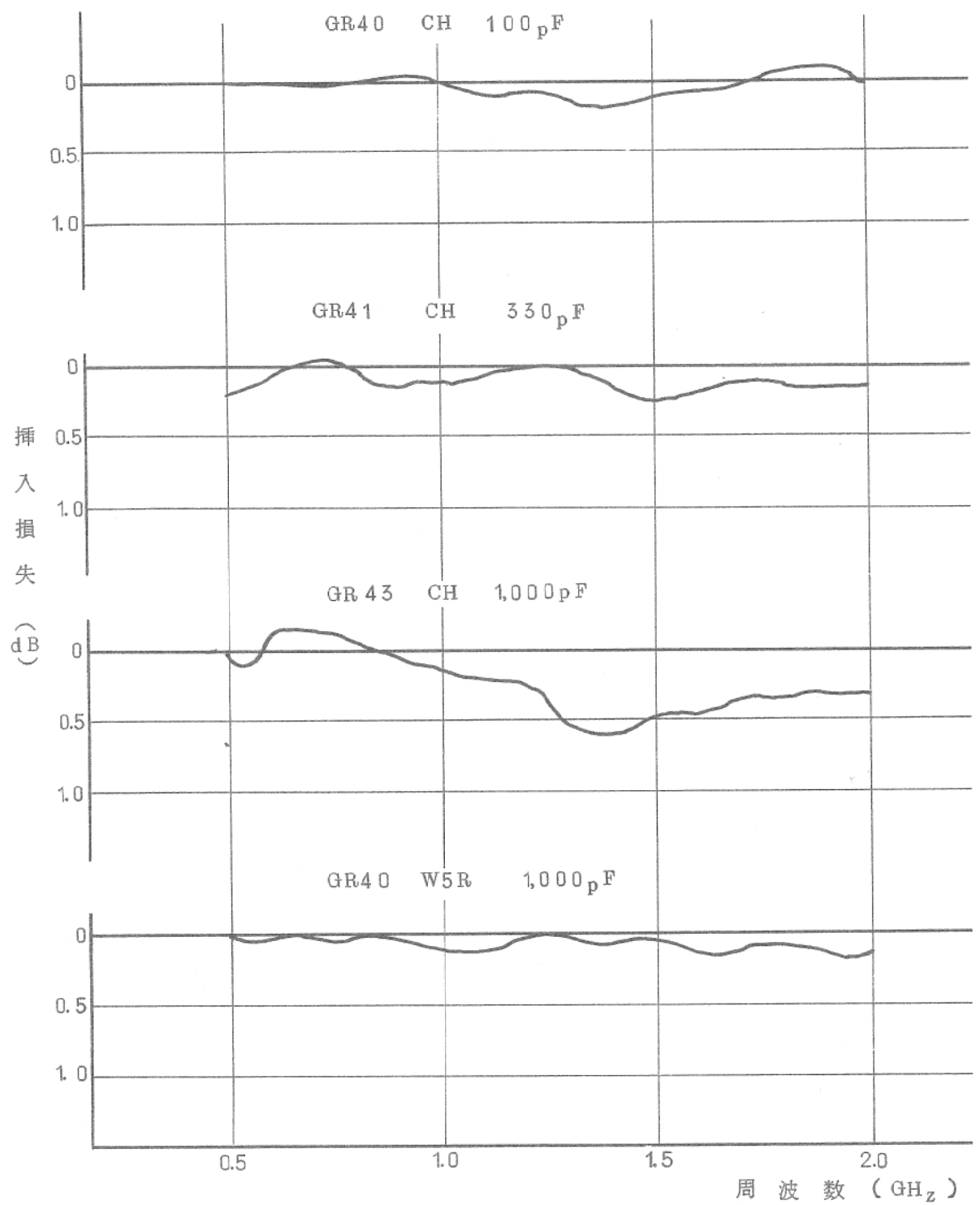


図-5 積層セラミックチップコンデンサの周波数特性

トリップラインを、シールドケースの中に入れて、そのラインを、ショートした時の損失と、積層セラミックコンデンサを、挿入した時の損失を、比較してチップの挿入損失を求めたものである。このデータからも、分るように、積層セラミックコンデンサで数GHz帯の周波数にも、使用できるので、マイクロ波IC用コンデンサとしても期待できる。

5-3 高信頼性である。

前にも述べたように、内部電極材料としては、白金、白金パラジウムなどの貴金属

を使用し、高温で焼結、焼付を施しているので、化学的に非常に安定である。

電気回路でよく問題の起るシルバーマイグレーションの心配がないので、非常に信頼性の高いものが得られる。

各種試験条件における、積層セラミックコンデンサの、信頼度試験の実施例を表一八に示す。故障の判定は

- i) 静電容量変化率の許容限界
- ii) 誘電体損失の許容限界
- iii) 短絡
- iv) 開放

表一八 積層セラミックコンデンサの信頼度寿命試験

試料取付状態	品名	定格電圧	累積試験時間	定格電圧 85℃		2×定格電圧 85℃		4×定格電圧 85℃		累積総試験時間 T(×10 <sup>6</sup> )	推定故障率(点推定) Fit
				n	r	n	r	n	r		
素体はさみ込み	GR40 CH680K	50	21.976	432	0	216	0	144	0	24.9957	260
	GR41 CH181K	50	23.956	432	0	216	0	144	0	27.2476	238
	GR40 W5R122M	50	19.998	432	0	216	0	144	0	22.7447	285
	GR40 Z5U103M	25	19.996	432	0	216	0	144	0	22.7121	286
	GR41 Z5U153Z	25	18.029	432	0	216	0	144	0	20.5084	317
	合計		103.925	2160	0	1080	0	720	0	118.2085	0.55
	アルミナ基板にはんだ付け	GR40 CH680K	50	15.714	432	0	216	0	144	2	17.8708
GR41 CH181K		50	16.037	432	0	216	0	144	1	18.2407	5.48
GR40 W5R122M		50	16.040	432	0	216	0	144	0	18.2417	3.56
GR40 Z5U103M		25	16.048	432	0	216	0	144	0	18.2500	3.56
GR41 Z5U153Z		25	15.976	432	0	216	0	144	0	18.1710	3.57
合計			79.818	2160	0	1080	0	720	3	90.7742	3.31

の検出によって行ったが定格電圧、および200%定格電圧印加の場合は各試験条件共故障は発生していない。

400%定格電圧印加の場合は、温度加速と電圧加速が相乗して加わるため、一部の試料で故障が発生しているが、総合的にはシングルFitの保証は可能である。

ただし、チップコンデンサを基板にボンディングし、外装絶縁塗料等を施す場合は、基板取付状態、および塗料被覆状態における信頼度を、合せて確認しなければならない。

## 6. 積層セラミック、チップコンデンサの基板への取付(はんだ付)方法

セラミックコンデンサは、一般に熱衝撃に弱く、局部的に急激に加熱、急冷すると本体のクラック等が生じやすい。

そこでアルミナ基板や、ガラスエポキシ基板に取付けるに際しては、比較的低い温度で行うか、高温に要する場合は充分予熱をして、徐熱徐冷が絶対条件である。

次に、チップコンデンサの代表的な取付方法について説明する。

### 6-1 はんだ鍍法

1) 表面温度150°C程度に熱せられた鉄製などの予熱板上に、コンデンサを放置し、充分コンデンサを予熱する。

2) 260°C前後に、鍍先温度が調整されているはんだ鍍(20~30W)を用いて予熱板の上ですみやかに取付ける。

推奨はんだ: Ag2~5%入りSn-pb系はんだ

フラックス: ロジン系フラックス

### 6-2 炉つけ法

1) 使用するはんだは、ソルダークリーム

⑩などと称し市販されているクリーム状のはんだを用いる。

2) コンデンサの外部電極、あるいは、基板のコンデンサ取付け部に、はんだを塗布して固定し、炉を通す。

3) 炉の温度分布は、前半150°C程度にして、はんだが溶けない状態で、コンデンサ全体が充分温められるようにする。

4) 次に、炉の温度を急激に上昇させ短時間にクリーム状のはんだが溶融し、コンデンサが取りつけられるように温度分布をとる。(230°C前後)

5) はんだが溶融後、数秒間で固着させるように150°C前後の温風などで冷却する。

### 6-3 導電樹指法

1) 使用する導電性樹指は、通常銀を85~90%程度含むエポキシが、用いられる(銀のマイグレーションが問題になる場合は、銀のかわりに金が用いられる。)

2) コンデンサの外部電極、あるいは基板のコンデンサ取付け部に、導電性樹指を塗布して固定し、炉を通す。

3) 炉の温度分布は前半110°C程度にし次いで150°C前後に急激に上昇させるようにする。

(110°C15分間、150°C45分間)

### 6-4 はんだリフロー法

1) コンデンサは、予め外部電極を、はんだ被覆したものを用意する。(はんだ被覆したコンデンサも一部生産されている。)

2) コンデンサに、フラックスを附着させ、基板の取付け位置に固定させ熱板、または炉を通し、はんだをリフローさせる。

3) 熱板を使用する場合は鉄製などの予熱板(150°C前後)と加熱板(260°C前後)を設けた二段式のものを使う。

4) 炉を使用する場合は5-2項と同じ条件の温度分布をとる。

#### 6-5 印刷はんだ法

1) 導体(電極)を印刷した基板に、ロジン系フラックス、または水溶性フラックスとはんだを、溶剤でペースト状にしたプリント用はんだをスキージ法等により印刷し、乾燥させる。

2) コンデンサに、少量のフラックスを附着させ、基板の取付け位置に固定させ、を通す。

3) 炉の温度分布は5-2項と同じ条件である。

## 7. あとがき

ハイブリッドIC用コンデンサを紹介したが、実験段階、または公表されていないものもあるので、すべて網羅されていない。今後、薄膜コンデンサ、厚膜コンデンサ(広義の意味)においてもスクリーン印刷法、静電印刷法、熱分解析出法、電解酸化法、真空蒸着法、溶射法、および低温焼結誘電体、等についての研究開発が行われ、益々、小型化が進むものと思われる。

しかし、小型化と同時に、高信頼度が、最も重要視されなければならない部品であることを考え、製品の限界を把握し(信頼度予測試験を行い)信頼度設計を行い、常に信頼性の向上に努力しなければならない。