ĆW. 13. PROJEKT PROSTEGO UKŁADU GRUBOWARSTWOWEGO

CEL ĆWICZENIA

Zapoznanie z zagadnieniami projektowania układów grubowarstwowych, w szczególności związanych z projektowaniem rezystorów oraz kondensatorów z uwzględnieniem reguł projektowania, ograniczeń technologicznych oraz zakładanych parametrów.

PRZEBIEG ĆWICZENIA

1. Projekt geometrii elementów grubowarstwowych w oparciu o parametry i/lub warunki pracy określone w treści zadania oraz parametrami określonymi w otrzymanych notach katalogowych rodziny past rezystorowych oraz dielektrycznych.

   Obliczenia geometrii rezystorów należy wykonać na podstawie wartości rezystancji danego elementu, zakładanego spadku napięcia, wydzielanej mocy oraz wybranej pasty. Dla danej pasty z punktu widzenia projektowania istotne są takie parametry jak rezystancja powierzchniowa (w nocie określona jako *sheet resistance* lub *resistivity;* wyrażona w Ω/□), standardowe napięcie pracy (*std. working voltage;* wyrażone w V/mm) oraz maksymalna gęstość mocy (*max. rated power;* wyrażona w mW/mm^2). Obliczenia należy wykonać z punktu widzenia każdego z 3 wymienionych parametrów, by określić wymiary planarne rezystora uniemożliwiające przekroczenie wartości określonych w katalogu, a jednocześnie wykonując elementy obejmujące jak najmniejszą powierzchnię podłoża, jednak z uwzględnieniem ograniczeń technologicznych.

   Podczas projektowania kondensatorów istotnymi parametrami są: grubość wypalonej warstwy (*fired thickness),* względna przenikalność elektryczna (*dielectric constant, K, relative permittivity, ε_r)*; oraz napięcie przebicia (*breakdown voltage*; wyrażona w V dla określonej grubości warstwy, np. 25 µm).

2. Projekt topologii układu i zestawu masek fotolitograficznych zawierającego obwód złożony z rezystorów i kondensatorów zgodnie z otrzymanym schematem elektrycznym i wytycznymi określonymi w treści zadania

   Dla geometrii elementów wyznaczonych w obliczeniach w p.1, należy zaproponować rozmieszczenie elementów na podłożu z uwzględnieniem pól kontaktowych umożliwiających wykonanie połączeń wykonanego układu grubowarstwowego z innymi układami elektronicznymi. Po ustaleniu topologii układu, należy zaprojektować maski niezbędne do jego wykonania. Poza zaprojektowanymi elementami R,C, należy uwzględnić ścieżki połączeniowe oraz elektrody rezystorów i kondensatorów z właściwie dobranymi szerokościami odpowiednio zakładek i izolacji.

3. Przygotowanie sprawozdania zawierającego:

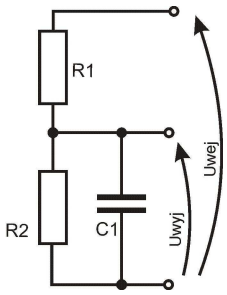
- obliczenia prowadzące do określenia geometrii elementów i wyboru właściwych past (należy uwzględnić napięcie pracy, wydzielaną moc i ograniczenia technologiczne w standardowym procesie grubowarstwowym)
- rozmiar podłoża, na którym może zostać wykonany układ
- poglądowy zestaw masek w skali pozwalającej na ich czytelną prezentację
- wytycznych dotyczących korekcji rezystorów, jeśli jest konieczna

LITERATURA:

1. A. Dziedzic, i.in., Technika grubowarstwowa i jej zastosowania, Wrocław 1998
2. L. Golonka, Zastosowanie ceramiki LTCC w mikroelektronice, Wrocław 2001 (http://www.dbc.wroc.pl/Content/1150/golonka_zastosowanie_ceramiki.pdf)

Przykład zadania do realizacji

Zaprojektować topologię i przebieg procesu technologicznego dzielnika napięcia ze zintegrowanym filtrem, pracującym przy napięciu wejściowym Uwej = 1000 V, zapewniającego napięcie wyjściowe Uwyj. Obwód wykonać wg poniższego schematu dla zestawu parametrów R1 = 10 MΩ, R2 = 10 kΩ, C1 = 20 nF.



ESL ELECTROSCIENCE
CERAMIC TAPES &
THICK-FILM MATERIALS

416 EAST CHURCH ROAD
KING OF PRUSSIA, PA 19406-2625 USA

T: 610.272.8000
F: 610.272.6759

www.electroscience.com

R-300-A/B Resistor Series

Tolerant to Processing and Design Variations

Excellent Printing Characteristics

Low TCR's

High Performance

Low Cost

The ESL R-300-A and R-300-B Resistor Series are economical, high performance materials for the manufacture of hybrid circuits and resistors networks. Features of the ESL R-300-A and R-300-B Series include excellent printability and low sensitivity to processing conditions.

The dependence of resistance and TCR on blending follows the usual curves for resistor materials. Adjacent members of the Series can be blended. The R-300-A Series members can not be blended with members of the R-300-B Series.

The resistors are calibrated with ESL 9693-SA PdAg conductor terminations. Other silver-based and gold-based conductors can be used; however, TCR and resistivity shifts may be observed.

ESL Affiliates

ESL China • Rm #1707, Tower A • City Center of Shanghai • 100 Zunyi Road • Shanghai, China 200051 • Tel: +86-21-6237-0336 • Fax: +86-21-6237-0338 • eslchina@eslshanghai.net

ESL Europe • 8 Commercial Road • Reading, Berkshire, England RG2 0QZ • Tel: +44-118-918-2400 • Fax: +44-118-986-7331 • sales@esleurope.co.uk

ESL in Korea • AMT • South Korea • Tel: +82-31-466-0651 • Fax: +82-31-466-0658 • yumikim@esl-amt.co.kr

ESL-Nippon • Sukegawa Bldg 6th floor • 1-3-4 Yanagibashi • Taito-ku • Tokyo, Japan 111-0052 • Tel: +81-3-3864-8521 • Fax: +81-3-3864-9270 • sales@esl-nippon.co.jp

ESL Taiwan • 14F, No. 168, Dunhua N. Road • Sungshan District • Taipei 105, Taiwan • Tel: +886-975-553-612 • dshih@esl-taipei.com

See Caution and Disclaimer on other side.

R-300-A/B RESISTOR SERIES

TYPICAL RESISTOR PROPERTIES

PROPERTIES	R-310-A	R-311-A	R-312-A	R-313-A	R-314-A	R-314-B	R-315-B	R-316-B
RESISTIVITY[a] (Ω/square)	1	10	100	1 k	10 k	10 k	100 k	1 M
SHIPPING SPECIFICATION (%)	± 30	± 10	± 10	± 10	± 10	± 10	± 10	± 10
COEFFICIENT OF VARIATION (%)	< 8	< 8	< 8	< 8	< 7	< 5	< 5	< 8
VISCOSITY[b] (Pa·s)	225 ± 25					300 ± 50		
DRIED THICKNESS (µm)	22.5 ± 2.5					20.0 ± 2.0		
THINNER	ESL 401							
TCR[c] (ppm/°C)	50 ± 100	0 ± 100	0 ± 100	0 ± 50	0 ± 50	0 ± 100	0 ± 100	0 ± 100
STOL[d] (V/mm)	1.65	7.38	24.6	76.8	137	150	350	330
STD. WORKING VOLTAGE[e] (V/mm)	0.66	2.95	9.84	30.7	54.8	60	140	130
MAX RATED POWER[f] (mW/mm^2)	436	871	968	944	300	360	190	17
QUAN-TECH NOISE (dB)	NA	NA	≤ -10	≤ -10	≤ -10	≤ 2	≤ 5	NA
LASER TRIM (%ΔR) (1000 hours at 150°C)	NA	≤ 0.3	≤ 0.3	≤ 0.3	≤ 0.3	≤ 0.3	≤ 0.4	≤ 0.5
TERMINATION OF CALIBRATION	ESL 9693-SA							

The R-314-B is used as a blending member with R-315-B. For use as a 10 kΩ/sq. resistor, R-314-A is recommended.

---

[a] CALIBRATION: Resistor size used for tests; A—1.25 mm square; B—1.0 mm square at dried thickness shown.
[b] VISCOSITY: Brookfield RVT, ABZ Spindle, 10 rpm, 25.5°C±0.5°C.
[c] CTCR: -55°C to +25°C. HTCR: +25°C to +125°C.
[d] STOL: Voltage required, 5 second duration, to induce a resistance change of ±0.1% at 25°C. Resistor size as in 1.
[e] STANDARD WORKING VOLTAGE: 0.4 x STOL Voltage.
[f] MAXIMUM RATED POWER: (Standard Working Voltage)^2/Resistance.

Electro-Science Laboratories, Inc.
416 East Church Road • King of Prussia, PA 19406-2625, U.S.A
610-272-8000 • Fax: 610-272-6759 • www.ElectroScience.com • Sales@ElectroScience.com

CAPACITOR DIELECTRIC 4100 Series

Capacitor Dielectric Pastes With Dielectric Constants Between 20 And 300

ESL 4100 Series is a group of thick film dielectrics developed for firing at 930°C to 980°C and exhibits the excellent properties as shown below. The hermetic nature of this capacitor dielectric series provides excellent performance on moisture testing. Laser trimming of capacitors made with these pastes can be performed for adjustment of value, with subsequent overglazing. Chip capacitors, capacitor arrays, delay lines, RC networks, etc., of superior quality can be made at significant cost saving over discreet monolithic chip capacitors. These materials meet the characteristics of X7R.

PASTE DATA

RHEOLOGY:		Thixotropic, screen printable paste
VISCOSITY: (Brookfield RVT, ABZ Spindle, 10 rpm, 25.5°C±0.5°C)	**4113**	250±25 Pa·s
	4113-H	250±25 Pa·s
	4114	250±25 Pa·s
	4115	250±25 Pa·s
	4117	350±50 Pa·s
COLOR:		Yellow-Green
SHELF LIFE: (25°C)		6 months

PROCESSING

SCREEN MESH/EMULSION:	200-325/37.5 μm
LEVELING TIME:	5-10 minutes

4100 Series 0304-A

ESL Affiliates
Japan: ESL-Nippon Company, Ltd. Sukegawa Bldg. 6th floor 3-4 Yanagibashi 1-chome Taito-ku Tokyo 111, Japan Tel: (011-81)-3-3864-8521 Fax: (011-81)-3-3864-9270 NipponSales@ESLNippon.com
China: Shanghai Agmet Electro-Science Laboratory Ltd. • Rm#1707, Tower A • City Center of Shanghai • 100 Zunyi Road • Shanghai, China 200051 Tel: (011-86)-21-62370336 • Fax: (011-86)-21-62370338 • eslchina@guomai.sh.cn
Europe: Agmet, Ltd. • 8 Commercial Road • Reading, Berkshire, England RG2 0QZ • Tel: (011-44)-118-918-2400 • Fax: (011-44)-118-986-7331 • Sales@ESLEurope.co.uk

DRYING AT 125°C:	10-15 minutes
FIRING TEMPERATURE RANGE:	930°C-980°C
OPTIMUM:	980°C
TIME AT PEAK:	10-15 minutes
SUBSTRATE FOR CALIBRATION:	96% alumina
THINNER:	ESL 401

TYPICAL PROPERTIES

	4113	**4113-H**	**4114**	**4115**	**4117**
FIRED THICKNESS: (μm)	38-50	38-50	38-50	38-50	38-50
DIELECTRIC CONSTANT: (1 kHz, 25°C), K	90-130	120-160	40-60	15-25	270-330
DISSIPATION FACTOR: (1 kHz, 25°C), %	≤ 0.50	≤ 1.00	≤ 1.00	≤ 1.00	≤ 1.50
INSULATION RESISTANCE: (100 V DC), Ω	≥ 10^{10}	≥ 10^{10}	≥ 10^{10}	≥ 10^{10}	≥ 10^{10}
BREAKDOWN VOLTAGE: (25°C in air), V/25 μm	≥ 300	≥ 300	≥ 600	≥ 1000	≥ 500
FINISH:	Matte	Matte	Matte	Matte	Matte
ESL CONDUCTOR:	9635-B	9638	9635-B	9635-B	9638

Electro-Science Laboratories, Inc.
416 East Church Road • King of Prussia, PA 19406-2625, U.S.A
610-272-8000 • Fax: 610-272-6759 • www.ElectroScience.com • Sales@ElectroScience.com

HIGH K CAPACITOR DIELECTRICS — 4150 Series

Low Temperature Capacitor Dielectric Pastes with Dielectric Constants between 300 and 2400

ESL 4150 Series low firing temperature capacitor pastes are blendable to cover the range of dielectric constants from 300 to 2400 with X7S or X7T temperature characteristics and dissipation factors below 2%. The capacitors are compatible with low cost, all silver conductors such as ESL 9916. Optimum properties are achieved when the capacitors are overglazed to provide hermeticity.

PASTE DATA

RHEOLOGY:		Thixotropic, screen printable pastes
VISCOSITY: (Brookfield RVT, ABZ spindle, 10 rpm, 25.5°C±0.5°C)	**4151**	260±30 Pa·s
	4152	240±30 Pa·s
	4153	220±30 Pa·s
COLOR:		yellow-tan
SHELF LIFE: (at 4°C)		6 months

PROCESSING

SCREEN MESH/EMULSION:		200 mesh/37.5 µm
LEVELING TIME:		10-15 minutes
DRYING AT 125°C:		10-15 minutes
FIRING TMPERATURE RANGE:		850°C-930°C
	OPTIMUM:	900°C
	TIME AT PEAK:	10 minutes
RATE OF ASCENT/DESCENT:		60°C-100°C/minute

ESL Affiliates
Japan: ESL-Nippon Company, Ltd. • Sukegawa Bldg • 6th floor • 3-4 Yanagibashi 1-chome • Taito-ku • Tokyo 111, Japan • Tel: (011-81)-3-3864-8521 • Fax: (011-81)-3-3864-9270
NipponSales@ESLNippon.com
China: Shanghai Agmet Electro-Science Laboratory Ltd. • Rm#1707, Tower A • City Center of Shanghai • 100 Zunyi Road • Shanghai, China 200051
Tel: (011-86)-21-62370336 • Fax: (011-86)-21-62370338 • eslchina@guomai.sh.cn
Europe: Agmet, Ltd. • 8 Commercial Road • Reading, Berkshire, England RG2 0QZ • Tel: (011-44)-118-987-3139 • Fax: (011-44)-118-986-7331 • Sales@ESLEurope.co.uk
See Caution and Disclaimer on other side.

SUBSTRATE OF CALIBRATION:	96% alumina
THINNER:	ESL 401
SCREEN CLEANER:	acetone, isopropanol, polar organic solvents

TYPICAL PROPERTIES

(Properties based on capacitors of 1 mm x 1 mm electrode area.)

	4151	**4152**	**4153**
FIRED THICKNESS:	40-55 µm	40-55 µm	40-55 µm
DIELECTRIC CONSTANT (K) at 1 kHz: (Fired at 900°C, 9916 conductor, measured at 25°C)	300±10%	1,000±10%	2,400±10%
EIA DESIGNATION:	X7S	X7S	X7T
DISSIPATION FACTOR at 1 kHz: (at 25°C)	≤ 2.0%	≤ 2.0%	≤2.0%
INSULATION RESISTANCE: (at 100VDC)	≥ $10^9\Omega$	≥ $10^9\Omega$	≥ $10^9\Omega$
BREAKDOWN VOLTAGE: (VDC/25 µm, 25°C in air)	≥ 200	≥ 200	≥ 200
RECOMMENDED CONDUCTORS:	9916, 9516		
OVERGLAZE: (2 layers separately fired)	Acid plating resistant G-481 (green) or G-482 (black), fired at 600°C		
ΔC: (G-481 overglaze)	≤ -5%	≤ -5%	≤ -5%

Note:

X7S: C Range = ±22%, -55°C to +125°C

X7T: C Range = +22%, -33%, -55°C to +125°C