

Topniki i spoiwa w elektronice

Lutowanie, jest czynnością, którą chyba każdy – nawet laik – kojarzy z typowym zajęciem elektronika. Nie jest to dalekie od prawdy, bo niezależnie od tego czy projektujemy, produkujemy czy serwisujemy urządzenia elektroniczne, coś najpewniej będzie lutowane. Niezbędnymi do tej czynności są natomiast trzy rzeczy – lutownica, spoiwo i topnik. W poniższym artykule przyjrzymy się bliżej tym dwóm ostatnim.

Encyklopedia PWN definiuje lutowanie, jako łączenie metali i stopów za pomocą lutu. W procesie tym roztopione spoiwo wypełnia szczelinę pomiędzy łączonymi detalami. Temperatura topnienia spoiwa jest znacznie niższa, niż temperatura topnienia lutowanych elementów, więc one nie ulegają stopieniu (w odróżnieniu od procesu spawania). W elektronice, do łączenia elementów używa się lutowania miękkiego, tj. ze spoiwem topiącym się w temperaturze poniżej 450°C (zazwyczaj od 180 do 250°C).

Połączenia lutowane w elektronice

W urządzeniach elektronicznych połączenia lutowane pozwalają na wytworzenie stałych, przewodzących połączeń pomiędzy, na ogół, wyprowadzeniami elementów elektronicznych z polami lutowniczymi na płytce drukowanej. Z uwagi na to, połączenie lutowane zapewnia nie tylko połączenie mechaniczne dwóch elementów, ale także musi zapewniać połączenie elektryczne, a często także termiczne.

Istnieje wiele metod ręcznego oraz automatycznego lutowania, wykorzystywanych w elektronice. Każda z tych metod ma swoje wymagania w zakresie spoiw i topników. Do ręcznego montażu stosuje się lutownice ręczne i, coraz częściej, lutownice na gorące powietrze.

Jeśli chodzi o metody lutowania przemysłowego, obecnie stosuje się lutowanie na fali (zwłaszcza dla elementów THT) oraz rozpliwowego (dla elementów SMD).

Spoiwa używane w elektronice

Zadaniem spoiwa jest połączenie elementów lutowanych. Używane w elektronice spoiwa muszą dobrze przewodzić prąd elektryczny i topić się w dosyć niskiej temperaturze. **Do niedawna, używano się jako spoiwa, stopu cyny i ołowiu w stosunku 63:37. Stop tych metali w takich proporcjach wykazuje własności eutektyczne. Mieszanka eutektyczna, to taka, która topi się w ustalonej temperaturze, niższej niż temperatura topnienia każdego ze składników.** W przypadku stopu Sn63Pb37 temperatura ta wynosi 183°C.

Obecnie, z uwagi na szkodliwość ołowiu, w większości zastosowań nie stosuje się już stopów zawierających ten metal. Europejska dyrektywa RoHS, która weszła w życie w 2006 roku dokładnie określa, jakich niebezpiecznych materiałów nie można używać w elektronice oraz to, jakiego rodzaju urządzenia wyłączone są spod tych wymagań. Z uwagi na to, że jeszcze nie do końca poznane są mechanizmy starzenia spoiw bezołowiowych, nie stosuje się ich m. in.



Fotografia 1. Spoiwo lutownicze ze stopu cyny i ołowiu



Fotografia 2. Spoiwo lutownicze bezołowiowe



Fotografia 3. Spoiwo lutownicze w postaci prętów

we wszczepianych urządzeniach medycznych, a w niektórych krajach, także w systemach lotniczych i niektórych systemach telekomunikacyjnych.

Spoiwa bezołowiowe nadal bazują na cynie, jako podstawowym składniku. Jako dodatki stopowe w tych spoiwach wykorzystuje się miedź, srebro, bizmut, ind, cynk, antymon, jak i śladowe ilości innych metali. Lutowia tego rodzaju mają na ogół wyższą temperaturę topnienia, od około 50, po nawet 200°C wyższą, niż eutektyczne spoiwo cynowo-ołowiowe. Dodatkowo, spoiwo bezołowiowe ma wyższe wymagania, jeśli chodzi o ilość topnika – rekomenduje się, co najmniej 2% objętości, dla zapewnienia dobrej zwilżalności lutowanych detali.

Spoiwo występuje w wielu formach i kształtach, zależnie od danego procesu technologicznego. Przy ręcznym lutowaniu najczęściej stosuje się je w postaci drutu. W handlu dostępne są druty lutownicze o różnej średnicy, od 0,25 mm do 4 mm. Dostępne są również grubsze płaskowniki i pręty cynowe, jednakże rzadko stosuje się je do lutowania ręcznego. Średnicę drutu dobiera się do wielkości lutowanych elementów. W większości przypadków do lutowania drobnych elementów SMD stosuje się drut o średnicy 0,25 mm lub 0,5 mm.

Do lutowania na fali, które potrzebuje dużej ilości roztopionego spoiwa w wannie lutowniczej, stosuje się najczęściej spoiwo w formie płaskowników, prętów trójkątnych lub sztabek. W przypadku użycia spoiwa bezołowiowego do lutowania na fali, stosuje się często tytanowy osprzęt wanny lutowniczej (mieszadła, łopaty pomp, itp.), aby zredukować koszty serwisowania urządzenia, zwiększane przez spoiwo bezołowiowe. W przypadku dużych instalacji, aby zachować wysoką wydajność procesu i bezobsługowość tych urządzeń, stosuje się nawet tytanowe wkładki do wanien z lutowiem, co wydłuża czas pomiędzy poszczególnymi serwisami układu.

W przypadku lutowania rozpliwowego nie stosuje się lutowia w czystej postaci w formie stałej lub ciekłej, nakładanego na pola lutownicze. Zamiast tego, używa się pasty lutowniczej, która nakładana jest selektywnie na pola lutownicze (poprzez maskę, aplikatorem z igłą, ręczną strzykawką etc). Pasta lutownicza jest mieszaną spoiwa (w postaci proszku) oraz topnika.

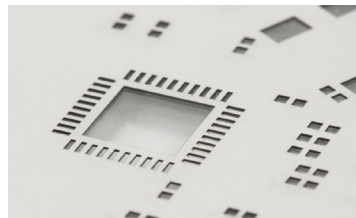
Topniki – zastosowanie i rodzaje

Topnik ma zadanie pomocnicze podczas lutowania. Poprawia topliwłość spoiwa (np. redukując temperaturę topnienia) oraz zabezpiecza je przed utlenieniem. Dodatkowo, topnik pomaga w oczyszczeniu podczas lutowania łączonych powierzchni z tlenków i innych zanieczyszczeń. Często zwiększa zwilżalność powierzchni przez spoiwo, redukując napięcie powierzchniowe stopionego lutowia.

Przez wiele lat, najczęstszym topnikiem, używanym w elektronice, była kalafonia i jej pochodne. Kalafonia to miękka pozostałość



Fotografia 4. Pasta lutownicza (spoiwo)



Fotografia 5. Szablon do nakładania pasty lutowniczej

po oddestylowaniu terpentyny z żywicy drzewa iglastego. W ok. 90% składa się z dwóch kwasów – abietynowego i pimarowego. Najczęściej produkuje się ją z żywicy sosnowej. Kalafonia jest idealnym topnikiem, ponieważ w temperaturze pokojowej jest mało reaktywna i nieprzewodząca. Po podgrzaniu (np. podczas lutowania) staje się odrobnie bardziej reaktywna i może skutecznie usuwać tlenki i inne zanieczyszczenia. Do lutowania można stosować też delikatne kwasy, takie jak kwas cytrynowy, ale wymagają one mycia płytek po lutowaniu, z uwagi na to, że są reaktywne także w temperaturze pokojowej.

Obecnie wyróżnia się trzy rodzaje topników, używanych w elektronice:

- Rozpuszczalne w wodzie – na ogół wysoko reaktywne topniki, które należy usunąć z płytki drukowanej zaraz po lutowaniu. Zmywają się one wodą i nie wymagają używania rozpuszczalników organicznych. Na ogół bazują na delikatnych kwasach organicznych i nie mają dodatku kalafonii.
- Topniki no-clean – klasa delikatnych topników, niewymagających usuwania po procesie lutowania – nie pozostawiają reaktywnych ani przewodzących pozostałości, jednakże są widoczne na płytkach drukowanych. Normy dotyczące PCB (np. IPC) mówią, że o ile pozostałości po topniku no-clean nie utrudniają wizualnej inspekcji płytki drukowanej, ani nie uniemożliwiają dostępu do pól testowych, pozostałość taka jest akceptowalna. Należy jednakże zadbać, by powierzchnie aktywne złączy były czyste od zabrudzeń topnikiem.
- Tradycyjne topniki oparte na kalafonii – topniki te dostępne są w trzech wersjach: nieaktywowanej (R), lekko aktywowanej (RMA) i w pełni aktywowanej (RA), które różnią się aktywnością chemiczną. Topniki RA i RMA posiadają dodatek, najczęściej kwasu, do kalafonii, który powoduje zwiększenie jej aktywności, nawet w temperaturze pokojowej. Dodatki te zwiększają zwilżalność powierzchni, ułatwiając lutowanie. Pozostałość po lutowaniu z wykorzystaniem topnika RA pozostają korozyjne, więc muszą być oczyszczone. Pozostałości po topnikach RMA są mniej żrące, dzięki czemu czyszczenie PCB po lutowaniu jest opcjonalne, jednakże nadal się je rekomenduje. Pozostałości po topnikach R nie są aktywne w temperaturze pokojowej i w związku z tym nie muszą być usuwane po lutowaniu.



Fotografia 8. Topnik no-clean



Fotografia 9. Topnik w postaci żelu, stosowany do montażu BGA



Fotografia 10. Topnik do lutowania stali



Fotografia 11. Kwas do lutowania



Fotografia 6. Najczęściej stosowany topnik – kalafonia



Fotografia 7. Pasta do lutowania (topnik)

Podsumowanie

Dobór topnika, do danej operacji, jest sprawą indywidualną i wynikającą z szeregu kwestii. Do lutowania maszynowego nowych elementów może się dobrze sprawić topnik no-clean, ale w przypadku np. serwisu używanego sprzętu lub instalowania wylutowanych komponentów pomocne mogą być bardziej reaktywne topniki np. z aktywowaną kalafonią lub oparte na kwasach organicznych.

Nikodem Czechowski, EP