PATENTOVÝ SPIS

(19) ČESKÁ REPUBLIKA

ÚŘAD PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2004-209**
(22) Přihlášeno: **22.01.2002**
(30) Právo přednosti: **09.07.2001 SG 2001/00104071**
(40) Zveřejněno: **15.09.2004**
(Věstník č. 9/2004)
(47) Uděleno: **27.03.2013**
(24) Oznámení o udělení ve Věstníku: **09.05.2013**
(Věstník č. 19/2013)
(86) PCT číslo: **PCT/GB2002/000259**
(87) PCT číslo zveřejnění: **WO 2003/006200**

(11) Číslo dokumentu:
303 793
(13) Druh dokumentu: **B6**
(51) Int. Cl.:
B23K 35/26 (2006.01)
B23K 35/22 (2006.01)
C22C 13/00 (2006.01)

(56) Relevantní dokumenty:
WO 9709455; US 6176947; EP 0307638; JP 2000349433; JP 9052191; EP 0235546; US 6077477.

(73) Majitel patentu:
QUANTUM CHEMICAL TECHNOLOGIES (S'PORE) PTE LTD., Singapore, SG
SINGAPORE ASAHI CHEMICAL & SOLDER INDUSTRIES PTE LTD., Singapore, SG

(72) Původce:
Chew Kai Hwa, Singapore, SG
Pan Wei Chih, Singapore, SG

(74) Zástupce:
Čermák a spol., JUDr. Karel Čermák jr., Ph.D., LL.M., Národní 32, Praha 1, 11000

(54) Název vynálezu:
Bezolovnatá pájka, způsob její přípravy a způsob pájení

(57) Anotace:
Bezolovnatá pájka, která obsahuje 91,3 % hmotnostních cínu, 4,2 % hmotnostních stříbra, 4,0 % hmotnostních india a 0,5 % hmotnostních mědi, případně obsahuje 91,39 % hmotnostních cínu, 4,1 % hmotnostních stříbra, 4,0 % hmotnostních india, 0,5 % hmotnostních mědi a 0,01 % hmotnostních fosforu. Způsob přípravy bezolovnaté pájky a způsob pájení.

CZ 303793 B6

Bezolovnatá pájka, způsob její přípravy a způsob pájení

Oblast techniky

Vynález se týká pájek, přičemž se zejména týká takových pájek, které jsou v podstatě bezolovnaté.

Vynález se rovněž týká způsobů přípravy bezolovnatých pájek a příslušných způsobů pájení.

Dosavadní stav techniky

Celá řada běžně známých pájek obsahuje olovo jako jejich hlavní složku. Takové pájky mají často žádoucí fyzikální vlastnosti, přičemž používání pájek, obsahujících olovo, je široce rozšířeno v několika průmyslových odvětvích, a to včetně oblasti výroby desek s plošnými spoji. Například pájka, která obsahuje 63 % cínu a 37 % olova, je běžně využívána v procesech vlnového pájení.

Existují však zvyšující se požadavky na bezolovnaté pájky, a to zejména z hlediska ochrany životního prostředí, přičemž je velice pravděpodobné, že během následujících několika let budou v určitých zemích vydány právní předpisy, týkající se pájek, používaných při výrobě celé řady prvků, a to v tom smyslu, aby tyto pájky obsahovaly pouze malé množství olova nebo aby neobsahovaly žádné olovo.

Dosavadní snahy o vytvoření bezolovnatých pájek se setkaly pouze s omezeným úspěchem. Běžně známé bezolovnaté pájky mají obecně nežádoucí fyzikální vlastnosti, a to včetně nízké smáčivosti, špatné tekutosti, nevhodné kompatibility se stávajícími povlaky součástí a nadměrného struskování.

Závažným problémem, ke kterému dochází při používání bezolovnatých pájek, je odlupování, kdy proužky pájky na okraji průchozího otvoru u desek s plošnými spoji mají snahu se oddělovat od podkladového materiálu, kterým je například povlak z niklu a zlata.

Další problém spočívá ve skutečnosti, že bezolovnaté pájky mají snahu mít vysokou rychlost rozpouštění v případě mědi, takže dochází k vyluhování mědi do bezolovnaté pájky ze součástí a desek s plošnými spoji při styku s pájkou.

V důsledku toho někteří výrobci zjistili, že stávající pájecí procesy, které velmi účinně fungovaly po celou řadu let, musejí být nyní výrazně přizpůsobeny pro využívání bezolovnatých pájek.

Dále může docházet k tomu, že stávající materiály, které jsou využívány při výrobě desek s plošnými spoji, mohou být nahrazeny jinými materiály tak, aby byly kompatibilní s používáním bezolovnatých pájek.

Shora uvedené přizpůsobení procesů a materiálů je považováno za špatné využívání zdrojů, a to zejména z toho důvodu, že standard výrobků, vyráběných s použitím známých bezolovnatých pájek, je často výrazně nižší, jak již bylo shora uvedeno, než jakého je dosahováno při používání běžně známých olovnatých pájek.

Příklady bezolovnatých pájek na bázi cínu, které obsahují stříbro, měď a indium, jsou popsány například v patentových spisech WO 97/09455 (A), WO 97/43456 (A) nebo JP 9155586 (A).

Patentový spis WO 97/09455 (A) popisuje pájky obsahující jako základní složky cín, stříbro a měď. K těmto základním složkám jsou přidávány v různých kombinacích indium, antimon, zinek a/nebo vizmut pro dosažení požadovaných vlastností.

Shora uvedené známé pájky však nevykazují uspokojivé fyzikální a další požadované vlastnosti, nezbytné pro jejich technické využití v konkrétních průmyslových odvětvích.

Podstata vynálezu

Úkolem tohoto vynálezu je vyvinout bezolovnatou pájku, která bude schopna sloužit jako přímá náhrada za běžně známé pájky, obsahující olovo.

Podle tohoto vynálezu byla tedy vyvinuta bezolovnatý pájka, obsahující 91,3 % hmotnostních cínu, 4,2 % hmotnostních stříbra, 4,0 % hmotnostních india a 0,5 % hmotnostních mědi.

Dále byl vyvinut způsob přípravy bezolovnaté pájky, obsahující krok mísení cínu, stříbra, india a mědi tak, že poměr cínu je 91,3 % hmotnostních, poměr stříbra je 4,2 % hmotnostních, poměr india je 4,0 % hmotnostních a poměr mědi je 0,5 % hmotnostních.

Rovněž byl vyvinut způsob pájení, obsahující krok využívání bezolovnaté pájky, obsahující 91,3 % hmotnostních cínu, 4,2 % hmotnostních stříbra, 4,0 % hmotnostních india a 0,5 % hmotnostních mědi.

Podle tohoto vynálezu byla dále vyvinuta bezolovnatá pájka, obsahující 91,39 % hmotnostních cínu, 4,1 % hmotnostních stříbra, 4,0 % hmotnostních india, 0,5 % hmotnostních mědi a 0,01 % hmotnostních fosforu.

Dále byl vyvinut způsob přípravy bezolovnaté pájky, obsahující krok mísení cínu, stříbra, india, mědi a fosforu tak, že poměr cínu je 91,3 % hmotnostních, poměr stříbra je 4,1 % hmotnostních, poměr india 4,0 % hmotnostních, poměr mědi je 0,5 % hmotnostních a poměr fosforu je 0,01 % hmotnostních.

Rovněž byl vyvinut způsob pájení, obsahující krok využívání bezolovnaté pájky, obsahující 91,3 % hmotnostních cínu, 4,1 % hmotnostních stříbra, 4,0 % hmotnostních india, 0,5 % hmotnostních mědi a 0,01 % hmotnostních fosforu.

Shora uvedené způsoby pájení obsahují krok vlnového pájení s využitím předmětné bezolovnaté pájky.

Proto tedy v souladu s jedním aspektem předmětu tohoto vynálezu byla vyvinuta v podstatě bezolovnatá pájka, obsahující

od 88,5 % do 93,2 % cínu,
od 3,5 % do 4,5 % stříbra,
od 2,0 % do 6,0 % india a
od 0,3 % do 1,0 % mědi.

Pájka podle tohoto vynálezu může rovněž obsahovat až 0,5 % antioxidační přísady nebo přísady pro zabránění tvorby škraloupu, jako je například fosforová nebo jiná nekovová sloučenina či prvek.

U nejvýhodnějšího provedení předmětu tohoto vynálezu předmětná pájka obsahuje 91,3 % cínu, 4,2 % stříbra, 4,0 % india a 0,5 % mědi.

U jiného výhodného provedení předmětu tohoto vynálezu potom předmětná pájka obsahuje 91,39 % cínu, 4,1 % stříbra, 4,0 % india, 0,5 % mědi a 0,01 % fosforu.

V souladu s dalším aspektem předmětu tohoto vynálezu byl dále rovněž vyvinut způsob přípravy v podstatě bezolovnaté pájky, obsahující krok mísení cínu, stříbra, india a mědi tak, že

poměr cínu v pájce je od 88,5 % do 93,2 %,
poměr stříbra v pájce je od 3,5 % do 4,5 %,
poměr india v pájce je od 2,0 % do 6,0 % a
poměr mědi v pájce je od 0,3 % do 1,0 %.

Způsob přípravy pájky podle tohoto vynálezu může s výhodou obsahovat zahrnutí až 0,5 % antioxidační přísady nebo přísady pro zabránění tvorby škraloupu ve směsi pájky.

Přísadou je s výhodou fosforová nebo jiná nekovová sloučenina nebo prvek.

Výhodný způsob přípravy pájky podle tohoto vynálezu obsahuje krok mísení cínu, stříbra, india a mědi tak, že

poměr cínu v pájce je 91,3 %,
poměr stříbra v pájce je 4,2 %,
poměr india v pájce je 4,0 % a
poměr mědi v pájce je 0,5 %.

Další výhodný způsob přípravy pájky podle tohoto vynálezu obsahuje krok mísení cínu, stříbra, india, mědi a fosforu tak, že

poměr cínu v pájce je 91,39 %,
poměr stříbra v pájce je 4,1 %,
poměr india v pájce je 4,0 %,
poměr mědi v pájce je 0,5 %, a
poměr fosforu v pájce je 0,01 %.

V souladu s dalším aspektem předmětu tohoto vynálezu byl dále vyvinut způsob pájení, obsahující krok používání v podstatě bezolovnaté pájky, obsahující

od 88,5 % do 93,5 % cínu,
od 3,5 % do 4,5 % stříbra,
od 2,0 % do 6,0 % india a
od 0,3 % do 1,0 % mědi.

Způsob podle tohoto vynálezu s výhodou obsahuje použití pájky, mající až 0,5 % antioxidační přísady nebo přísady pro zabránění tvorby škraloupu.

Přísadou je s výhodou fosforová nebo jiná nekovová sloučenina nebo prvek.

Způsob podle tohoto vynálezu s výhodou obsahuje použití pájky, obsahující

91,3 % cínu, 4,2 % stříbra, 4,0 % india a 0,5 % mědi.

S výhodou tento způsob obsahuje použití pájky, obsahující

91,39 % cínu, 4,1 % stříbra, 4,0 % india, 0,5 % mědi a 0,01 % fosforu.

Způsob podle tohoto vynálezu s výhodou obsahuje krok vlnového pájení s využitím shora uvedené bezolovnaté pájky.

Přehled obrázků na výkresech

Vynález bude v dalším podrobněji objasněn na příkladech jeho konkrétního provedení, jejichž popis bude podán s přihlédnutím k přiloženým obrázkům výkresů, kde:

obr. 1 znázorňuje tabulku, zobrazující dobu smáčení v sekundách při různých teplotách pro výběr různých pájek, včetně pájky podle tohoto vynálezu („Alloy 349“);

Solder Temp (°C)	Teplota pájky (°C)
Wetting Time (Sec)	Doba smáčení (v sekundách)

obr. 2 znázorňuje grafické vyjádření údajů, uvedených v tabulce podle obr. 1;

Wetting time with different temperature	Doba smáčení při různých teplotách
Wetting Time (Sec)	Doba smáčení (v sekundách)
Solder Temperature (°C)	Teplota pájky (°C)

obr. 3 znázorňuje tabulku maximální smáčecí síly při různých teplotách pro výběr různých pájek, včetně pájky podle tohoto vynálezu;

Solder Temp (°C)	Teplota pájky (°C)
Wetting Time (Sec)	Doba smáčení (v sekundách)

obr. 4 znázorňuje grafické vyjádření údajů, uvedených v tabulce podle obr. 3;

Wetting time with different temperature	Doba smáčení při různých teplotách
Wetting Time (Sec)	Doba smáčení (v sekundách)
Solder Temperature (°C)	Teplota pájky (°C)

obr. 5 znázorňuje tabulku, zobrazující fyzikální vlastnosti, včetně koeficientu, tepelné roztažnosti, u zvolených pájek, včetně pájky podle tohoto vynálezu;

Properties	Vlastnosti
Melting Temp. (°C)	Teplota tání (°C)
Types of alloys	Typy pájek

obr. 6 znázorňuje grafické vyjádření údajů o tepelné roztažnosti, uvedených v tabulce podle obr. 5;

CTE OF Pb-free solders	Koeficient tepelné roztažnosti bezolovnatých pájek
Pb-free solders	Bezolovnaté pájky

obr. 7 znázorňuje tabulku mechanických vlastností, včetně pevnosti v tahu a konvenční meze průtažnosti, u zvolených různých pájek, včetně pájky podle tohoto vynálezu;

Types of alloys	Typy pájek
Properties	Vlastnosti
Tensile Strength	Pevnost v tahu
Load at max load	Zátěž při maximálním zatížení
Yield Strength	Konvenční mez průtažnosti
at 2 % offset	při přesazení 2%
Modulas Young	Youngův modul

obr. 8 znázorňuje grafické vyjádření údajů o pevnosti v tahu a o konvenční mezi průtažnosti, uvedených v tabulce podle obr. 7;

Mechanical Properties of Pb-free solders	Mechanické vlastnosti bezolovnatých pájek
Tensile Strength	Pevnost v tahu
Yield Strength	Konvenční mez průtažnosti

obr. 9 znázorňuje tabulku výsledků, získaných při zkušebním testu odlupování, provedeném u zvolených různých bezolovnatých pájek, včetně pájky podle tohoto vynálezu;

Types of Solder	Typy pájek
Method Of Soldering	Způsob pájení
Plating of Board	Povlak desky
Types of Component	Typy součástí
No. of lifted points	Počet odloupnutých míst
Total no. of points	Celkový počet míst
% of Occurrence	Procento výskytu
Wave	Pájení vlnou
Dip	Smáčení
HASL	Vyrovnávání pájky horkým vzduchem
OSP	Organický pájecí ochranný prostředek
Diodes	Diody
Resistors	Rezistory
Connector	Konektory
Jumpers	Můstky, propojky

obr. 10A znázorňuje dvojici mikrografických zobrazení ve dvou odlišných měřítcích, kterážto dvojice zobrazení ukazuje pásky pájky podle tohoto vynálezu, přilnuté na povlaku organického pájecího ochranného prostředku OSP (polymerní povlak na měděném substrátu);

Coating	Povlak

obr. 11 znázorňuje tabulku, zobrazující rychlost rozpouštění mědi v různých typech pájky, včetně bezolovnaté pájky podle tohoto vynálezu;

Types of Solder	Typy pájek
Conc of copper (% by weight)	Koncentrace mědi (% hmotnostní)
Dissolution rate of copper	Rychlost rozpouštění mědi

obr. 12 znázorňuje grafické vyjádření údajů, uvedených v tabulce podle obr. 11; a

Dissolution of Copper in Lead Free Alloys	Rozpouštění mědi v bezolovnatých pájkách
Conc of Copper/Dissolution Rate of Copper	Koncentrace mědi/Rychlost rozpouštění mědi
Types of Solder	Typy pájek
Conc Copper	Koncentrace mědi
Dissolution rate of copper	Rychlost rozpouštění mědi

obr. 13 znázorňuje tabulku, zobrazující úroveň struskování, vykazovanou různými pájkami, včetně bezolovnaté pájky podle tohoto vynálezu.

Solder Alloy	Pájková slitina
Total	Celkem

Příklady provedení vynálezu

Jak již bylo shora popsáno, tak běžně známé bezolovnaté pájky vykazují celou řadu nedostatků, a to včetně špatných vlastností z hlediska smáčivosti, nízké tekutosti, mají špatnou kompatibilitu se stávajícími povlaky součástí, špatné vlastnosti z hlediska odlupování, vysoké rychlosti při rozpouštění mědi a nadměrné struskování v porovnání s běžně známými pájkami, obsahujícími olovo.

Nyní však bylo zjištěno, že pájka podle tohoto vynálezu, které sestává z bezolovnaté slitiny, obsahující od 88,5 % do 93,2 % cínu, od 3,5 % do 4,5 % stříbra, od 2,0 % do 6,0 % india, od 0,3 % do 1,0 % mědi a až 0,5 % antioxidační nebo protipovlakové přísady, jako je fosfor nebo jiná nekovová sloučenina nebo povlak, má výrazně zdokonalené vlastnosti v porovnání se známými bezolovnatými pájkami.

Vlastnosti pájek podle tohoto vynálezu jsou skutečně srovnatelné se známými pájkami, obsahujícími olovo, a to z hlediska jejich smáčivosti, tekutosti, kompatibility se stávajícími povlaky součástí, odlupování, rychlosti rozpouštění mědi a struskování.

Za účelem prokázání výhodných vlastností pájek podle tohoto vynálezu bylo provedeno celkem pět zkušebních testů, jak bude podrobněji popsáno v dalším. Tyto zkušební testy byly provedeny u výhodného provedení pájky podle tohoto vynálezu, která je zde nazývána jako „slitina (alloy) 349“, přičemž obsahuje 91,39 % cínu, 4,2 % stříbra, 4,0 % india, 0,5 % mědi a 0,01 % fosforu.

Zkušební test 1: Smáčivost

První zkušební test se týká smáčivosti vzorku pájky podle tohoto vynálezu v porovnání se vzorky výběru známých pájek, zejména se vzorky osmi stávajících bezolovnatých pájek a známých pájek, obsahujících olovo.

Jde o devět následujících známých pájek:

1. Olovnatá pájka o složení: 63 % cínu (Sn); 37 % olova (Pb).

2. První bezolovnatá pájka o složení: 99,3 % cínu (Sn); 0,7 % mědi (Cu).

3. Druhá bezolovnatá pájka o složení: 96,5 % cínu (Sn); 3,5 % stříbra (Ag).

4. Třetí bezolovnatá pájka (nazývaná Viromet 217) o složení: 88,3 % cínu (Sn); 3,2 % stříbra (Ag); 4,5 % bizmutu (Bi); 4,0 % india (In).

5. Čtvrtá bezolovnatá pájka (nazývaná Viromet 411) o složení: 92 % cínu (Sn); 2 % mědi (Cu); 3 %stříbra (Ag); 3 % bizmutu (Bi).

6. Pátá bezolovnatá pájka (nazývaná Viromet 513) o složení: 92,8 % cínu (Sn); 0,7 % mědi (Cu); 0,5 % galia (Ga); 6 % india (In).

7. Šestá bezolovnatá pájka o složení: 93,5 % cínu (Sn); 3,5 % stříbra (Ag); 3,0 % bizmutu (Bi).

8. Sedmá bezolovnatá pájka o složení: 92,5 % cínu (Sn); 4,0 % stříbra (Ag); 0,5 % mědi (Cu).

9. Osmá bezolovnatá pájka o složení: 96 % cínu (Sn); 2,5 % stříbra (Ag); 1,0 % bizmutu (Bi); 0,5 % mědi (Cu).

První aspekt prvního zkušebního testu zahrnovat měření doby smáčení, založené na normě ANSI/J Std–003, pro pájky při uvažování celé řady různých teplot v rozmezí od 235 °C do 265 °C. Při tomto zkušebním testu byl zkušební vzorek z mědi ponořen do určitého množství každé roztavené pájky. Citlivé měřicí zařízení na měření síly bylo připojeno k měděnému zkušebnímu vzorku, přičemž bylo uspořádáno tak, že svislé síly, působící na zkušební vzorek, mohly být měřeny a zaznamenávány.

Změny velikosti svislé síly, působící na měděný zkušební vzorek během jeho ponoření v roztavené pájce, nastávají v důsledku dvou faktorů.

Prvním faktorem je vztlaková síla, vznikající v důsledku směrem vzhůru působící síly, vyvozované na zkušební vzorek v důsledku vytlačení pájky, což se rovná hmotnosti pájky, vytlačené zkušebním vzorkem. Jelikož objem části zkušebního vzorku, která je ponořena do pájky, stejně jako hustota pájky jsou známy, může být tato vzhůru působící síla vypočtena a brána v úvahu.

Druhým faktorem je síla, působící na zkušební vzorek v důsledku změny úhlu dotyku mezi povrchem pájky a povrchem zkušebního vzorku. Doba smáčení v každém příslušném případě byla definována jako doba, nezbytná k tomu, aby smáčecí síla, působící na zkušební vzorek, byla rovna nule.

Výsledky shora uvedeného prvního aspektu u prvního zkušebního testu jsou znázorněny na vyobrazení podle obr. 1.

Souhrnně lze říci, že pájka v provedení podle tohoto vynálezu vykazuje smáčecí dobu při každé z teplot takovou, že je srovnatelná se smáčecí dobou, kterou vykazuje běžně známá olovnatá pájka. Kromě toho pájka podle tohoto vynálezu vykazuje smáčecí dobu, která je obecně nižší, než jakou vykazuje jakákoliv z jiných bezolovnatých pájek.

Smáčecí dobou je míra rychlosti, se kterou pájka přilne na látce, přičemž je zřejmé, že nízká smáčecí doba je žádoucí vlastnosti pájky. Je tedy zřejmé, že pájka podle tohoto vynálezu vykazu-

je celkově lepší vlastnosti z hlediska prvního aspektu u prvního zkušebního testu, než jakákoliv ze stávajících bezolovnatých pájek.

Výsledky prvního aspektu u prvního zkušebního testu jsou vyjádřeny v grafické formě na vyobrazení podle obr. 2.

Z tohoto grafu je zřejmé, že výsledky, vyjadřující chování běžně známé pájky, obsahující olovo, a pájky podle tohoto vynálezu, se k sobě velmi přibližují v porovnání s výsledky, vyjadřujícími chování ostatních bezolovnatých pájek.

Druhý aspekt u prvního zkušebního testu zahrnuje měření maximální smáčecí síly v době 2,0 sekundy po ponoření zkušebního vzorku do příslušné pájky. Smáčecí silou, jak již bylo shora uvedeno, že přilnavá síla mezi pájkou a zkušebním vzorkem. Je zcela zřejmé, že smáčivá síla poskytuje užitečné informace o pevnosti, se kterou pájka přilne na substrátu, přičemž vysoká smáčivá síla je žádoucí vlastností pájky.

Výsledky druhého aspektu u prvního zkušebního testu jsou znázorněny na vyobrazení podle obr. 3.

Po sumarizaci těchto výsledků lze konstatovat, že pájka podle tohoto vynálezu vykazuje maximální smáčecí sílu v obě 2,0 sekundy po ponoření zkušebního vzorku při každé z uvažovaných teplot, což je srovnatelné s výsledky, které vykazují běžně známé olovnaté pájky, přestože je poněkud nižší.

Přestože některé stávající bezolovnaté pájky vykazují smáčecí sílu, která se blíží smáčecí síle u běžně známé olovnaté pájky při určitých teplotách, tak pouze pájka Viromet 217 vykazuje lepší celkové výsledky, přičemž pájka podle tohoto vynálezu vykazuje smáčecí sílu, která se blíží smáčecí síle u běžně známé olovnaté pájky při všech uvažovaných teplotách.

Tato vlastnost pájky podle tohoto vynálezu umožňuje, že se pájka podle tohoto vynálezu chová obdobným způsobem, jako běžně známé olovnaté pájky, a to za různých teplotních podmínek nebo tehdy, kdy k pájení dochází za různých teplotních podmínek.

Výsledky druhého aspektu u prvního zkušebního testu jsou zobrazeny grafickou formou na vyobrazení podle obr. 4, což zcela jasně ukazuje, že výsledky u pájky podle tohoto vynálezu se blíží výsledkům, u běžně známé olovnaté pájky alespoň natolik jako je tomu u nejlepších ostatních bezolovnatých pájek.

Z výsledků prvního zkušebního testu je zřejmé, že pájka podle tohoto vynálezu vykazuje velmi podobné vlastnosti z hlediska smáčivosti, jako je tomu u běžně známé olovnaté pájky. Tato podobnost z hlediska fyzikálních vlastností zcela jasně činí pájku podle tohoto vynálezu vhodnou pro využití jako náhradu za běžně známou pájku, obsahující olovo.

Zkušební test 2: Mechanické vlastnosti

Při druhém zkušebním testu byly porovnávány mechanické vlastnosti pájky podle tohoto vynálezu s mechanickými vlastnostmi běžně známé olovnaté pájky.

Při provádění tohoto druhého zkušebního testu byly prováděny různé mechanické zkoušky v souladu s normou ASTM (Americká společnost pro testování materiálů pro porovnání vlastností slitiny 349, tj. pájky podle tohoto vynálezu, s běžně známou olovnatou pájkou o složení 63 % cínu (Sn) a 37 % olova (Pb) a se sedmi dalšími stávajícími bezolovnatými pájkami o následujícím složení:

1. První bezolovnatá pájka: 99,3 % cínu (Sn); 0,7 % mědi (Cu).

2. Druhá bezolovnatá pájka: 96,5 % cínu (Sn); 3,5 % stříbra (Ag).

3. Třetí bezolovnatá pájka (nazývaná Viromet 217): 88,3 % cínu (Sn); 3,2 % stříbra (Ag); 4,5 % bizmutu (Bi); 4,0 % india (In).

4. Čtvrtá bezolovnatá pájka (nazývaná Viromet HF): 92,8 % cínu (Sn); 0,7% mědi (Cu); 0,5 galia (Ga); 6 % india (In).

5. Pátá bezolovnatá pájka: 93,5 % cínu (Sn); 3,5 % stříbra (Ag); 3,0 % bizmutu (Bi).

6. Šestá bezolovnatá pájka: 95,5 % cínu (Sn); 4,0 % stříbra (Ag); 0,5 % mědi (Cu).

7. Sedmá bezolovnatá pájka: 96 % cínu (Sn); 2,5 % stříbra (Ag); 0,5 % mědi (Cu); 1,0 % bizmutu (Bi).

První aspekt tohoto druhého zkušebního testu zahrnoval stanovení teploty tání, koeficientu tepelné roztažnosti (CTE) a měrné hmotnosti (SG) u pájek, podrobených zkušebnímu testu.

Výsledky tohoto prvního aspektu u druhého zkušebního testu jsou uvedeny v tabulce na vyobrazení podle obr. 5, přičemž jsou znázorněny grafickou formou na vyobrazení podle obr. 6.

Jak vyplývá ze shora uvedené tabulky a ze shora uvedeného grafu, tak u slitiny 349 pájky podle tohoto vynálezu bylo potvrzeno, že má koeficient tepelné roztažnosti, který se velmi blíží koeficientu tepelné roztažnosti u běžně známé olovnaté pájky, takže neexistuje žádné nebezpečí nekompatibility mezi předmětem tohoto vynálezu a stávajícími sloučeninami, přičemž rozhraní mezi nimi je výrazně sníženo.

Druhý aspekt u druhého zkušebního testu zahrnoval měření pevnosti v tahu, zatížení při maximální zátěži, konvenční meze průtažnosti a Youngova modulu pružnosti u různých pájek.

Výsledky těchto zkušebních textů jsou vyjádřeny v tabulce na vyobrazení podle obr. 7, zatímco na vyobrazení podle obr. 8 je graficky znázorněna pevnost v tahu a mezi průtažnosti každé ze slitin.

Jak lze vidět z vyobrazení podle obr. 7 a podle obr. 8, tak výsledky tohoto zkušebního testu demonstrují, že slitina 349 pájky podle tohoto vynálezu má lepší pevnost a lepší Youngův modul v porovnání s běžně známou olovnatou pájkou, což znamená, že spoje, provedené s pomocí pájky podle tohoto vynálezu, mohou být potenciálně mnohem pevnější, než spoje, provedené s pomocí běžně známé pájky, obsahující olovo.

Zkušební test 3: Odlupování

Zvýšené používání bezolovnatých pájek v různých oblastech průmyslu prokázalo, že dochází k tendenci odlupování, pokud jsou bezolovnaté pájky využívány v souvislosti u desek s plošnými spoji, opatřených průchozími otvory a využívajících jako povlaky organické pájecí ochranné prostředky (OSP), tak i povlaky niklu (Ni) a zlata (Au).

V průběhu třetího zkušebního testu byl testován vznik odlupování pro výběr bezolovnatých pájek, zejména slitiny 349 pájky podle tohoto vynálezu a následujících šesti stávajících bezolovnatých pájek:

1. První bezolovnatá pájka: Viromet 217.

2. Druhá bezolovnatá pájka: 92,3 % cínu (Sn); 3,2 % stříbra (Ag), 0,5 % bizmutu (Bi); 4,0 %.

3. Třetí bezolovnatá pájka: 89,8 % cínu (Sn); 3,2 % stříbra (Ag); 1,0 % bizmutu (Bi); 6,0 % india (In).

4. Čtvrtá bezolovnatá pájka: 88,8 % cínu (Sn); 3,2 % stříbra (Ag); 2,0 % bizmutu (Bi); 6,0 % india (In).

5. Pátá bezolovnatá pájka: 94,5 % cínu (Sn); 4,0 % stříbra (Ag); 0,5 % mědi (Cu); 1,0 % bizmutu (Bi).

6. Šestá bezolovnatá pájka: 96,5 % cínu (Sn); 3,5 % stříbra (Ag).

Výsledky tohoto třetího aspektu zkušebního jsou znázorněny na vyobrazeních podle obr. 9, obr. 10A a obr. 10B, přičemž obr. 9 znázorňuje výsledky v tabulkové formě.

Na vyobrazeních podle obr. 10A a podle obr. 10B je znázorněno mikrografické zobrazení ve dvou různých měřítkách spojů, vytvořených s využitím slitiny 349 pájky podle tohoto vynálezu na povlaku z niklu (Ni) a zlata (Au) a na povlaku organického pájecího ochranného prostředku (OSP).

Z těchto výsledků zcela jasně vyplývá, že použití pájky podle tohoto vynálezu umožňuje odstranit vady v důsledku odlupování, co se týče průchozích otvorů u desek s plošnými spoji, potažených povlakem organického pájecího ochranného prostředku (OSP) a povlakem z niklu a zlata.

Zkušební test 4: Rychlost rozpouštění mědi

Čtvrtý zkušební test byl prováděn za účelem porovnání rychlosti rozpouštění mědi u bezolovnaté pájky podle tohoto vynálezu a u běžně známé olovnaté pájky o složení 63 % cínu (Sn) a 37 % olova (Pb) a u tří stávajících bezolovnatých pájek, které jsou následující:

1. První bezolovnatá pájka: Viromet 217.

2. Druhá bezolovnatá pájka: 99,3 % cínu (Sn); 0,7 % mědi (Cu).

3. Třetí bezolovnatá pájka: 95,5 % cínu (Sn); 4 % stříbra (Ag); 0,5 % mědi (Cu).

Zkušební test byl prováděn ponořením měděné desky o známé hmotnosti do roztavené pájky, přičemž byla následně měřena koncentrace mědi v pájce s pomocí indukčně zapojeného plazmového zařízení. Rychlost rozpouštění mědi byla vypočtena na základě koncentrace mědi, zjištěné v pájce, v porovnání s hmotností měděné desky, ponořené do pájky.

Výsledky tohoto čtvrtého zkušebního testu jsou vyjádřeny na vyobrazeních podle obr. 11 a podle obr. 12, kde jsou příslušně znázorněny výsledky v tabulkové formě a v grafické formě.

Jak je zřejmé z těchto vyobrazení podle obr. 11 a podle obr. 12, tak slitina, představující pájku podle tohoto vynálezu, má poněkud vyšší rychlost rozpouštění mědi, než je tomu u běžně známé olovnaté pájky, přičemž však má rovněž jednu z nejnižších rychlostí rozpouštění mědi, která byla zjištěna u zkušebně testovaných bezolovnatých pájek.

Zkušební test 5: Struskování

Pátý zkušební test se týkal vhodnosti pájky podle tohoto vynálezu pro využití u vlnového pájecího stroje.

U příkladného provedení vlnového pájení je deska s plošnými spoji přidržována přímo nad povrchem určitého množství roztavené pájky v pánvi. Přes povrch roztavené pájky se poté šíří vlna o dostatečné amplitudě, aby vrchol vlny přicházel do styku s povrchem desky s plošnými spoji. Vlna je tak široká, jako deska s plošnými spoji (nebo její části, vyžadující pájení), přičemž jak se vlna šíří přes povrch roztavené pájky, tak všechny části dolů směřujícího povrchu desky s plošnými spoji přicházejí do styku s roztavenou pájkou.

Při použití stávajících bezolovnatých pájek bylo zjištěno, že obsah strusky, přítomný v pánvi po několikanásobném použití, byl v některých případech nepřijatelně vysoký.

Pátý zkušební test byl prováděn za účelem stanovení rozsahu struskování při použití slitiny 349 pájky podle tohoto vynálezu v porovnání s běžně známou olovnatou pájkou o složení 63 % cínu (Sn) a 37 % olova (Pb) a u tří dalších stávajících bezolovnatých pájek, které jsou následující:

1. První bezolovnatá pájka: Viromet 217.

2. Druhá bezolovnatá pájka: 99,3 % cínu (Sn); 0,7 % mědi (Cu).

3. Třetí bezolovnatá pájka: 95,5 % cínu (Sn); 4 % stříbra (Ag); 0,5 % mědi (Cu).

U tohoto zkušebního testu byla testovaná pájka použita v pánvi roztavené pájky v simulovaném běžně známém vlnovém pájecím stroji. U stroje nebyla provedena žádná změna pro uložení používané pájky, přičemž vlnový pájecí stroj byl využit pro pájení desek s plošnými spoji stejným způsobem, jako je tomu v případě běžně známé pájky, obsahující cín a olovo.

Vlnový pájecí stroj byl provozován za běžných okolních podmínek při teplotě pánve 245 °C, přičemž desky s plošnými spoji byly vedeny nad povrchem pánve rychlostí od 1,4 do 1,8 m/minuta. Na konci každého ze čtyř po sobě následujících patnáctiminutových období provozu byla struska z pánve vyjmuta a zvážena za účelem stanovení množství strusky, vyprodukovaného v průběhu procesu vlnového pájení v každém období. Zvážené hmotnosti byly poté sečteny pro zjištění rychlosti vytváření strusky za hodinu.

Výsledky tohoto pátého zkušebního testu jsou uvedeny v tabulce na vyobrazení podle obr. 13, kde je zcela jasně demonstrováno, že pájka podle tohoto vynálezu produkuje struskování v takovém rozsahu, který je nižší, než u všech ostatních bezolovnatých pájek, přičemž je i nižší, než velikost struskování, zjištěná u běžně známé olovnaté pájky.

Jak vyplývá ze shora uvedených výsledků, tak předmět tohoto vynálezu poskytuje bezolovnatou pájku, která je velice vhodná pro využití jako přímá náhrada běžně známých olovnatých pájek, a to v důsledku srovnatelných charakteristik z hlediska smáčivosti, tekutosti, kompatibility se stávajícími povlaky součástí, odlupování a struskování, kteréžto charakteristiky vykazuje pájka podle tohoto vynálezu.

V důsledku toho může být nutnost, aby museli výrobci nahradit stávající strojní vybavení, způsoby nebo povlaky součástí za účelem zavedení využívání bezolovnaté pájky, zcela odstraněna nebo podstatně snížena, a to využíváním pájky podle tohoto vynálezu.

V důsledku toho může být proces přechodu výrobců na využívání bezolovnaté pájky mnohem jednodušší a mnohem hospodárnější.

V tomto popise výraz „obsahuje“ znamená „zahrnuje nebo sestává z“, přičemž výraz „obsahující“ znamená „zahrnující nebo sestávající z“.

Znaky, popisované ve shora uvedeném popise nebo v následujících patentových nárocích, nebo znázorněné na přiložených výkresech, které jsou vyjádřeny ve své specifické formě nebo terminologii pro provádění popisovaných funkcí nebo způsobů či postupů pro dosažení popisovaných výsledků, mohou být samostatně nebo v jakékoliv kombinaci těchto znaků využívány pro realizaci předmětu tohoto vynálezu v jeho různých formách.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Bezolovnatá pájka, obsahující 91,3 % hmotnostních cínu, 4,2 % hmotnostních stříbra, 4,0 % hmotnostních india a 0,5 % hmotnostních mědi.

2. Způsob přípravy bezolovnaté pájky, obsahující krok mísení cínu, stříbra, india a mědi tak, že poměr cínu je 91,3 % hmotnostních, poměr stříbra je 4,2 % hmotnostních, poměr india je 4,0 % hmotnostních a poměr mědi je 0,5 % hmotnostních.

3. Způsob pájení, obsahující krok využívání bezolovnaté pájky, obsahující 91,3 % hmotnostních cínu, 4,2 % hmotnostních stříbra, 4,0 % hmotnostních india a 0,5 % hmotnostních mědi.

4. Bezolovnatá pájka, obsahující 91,39 % hmotnostních cínu, 4,1 % hmotnostních stříbra, 4,0 % hmotnostních india, 0,5 % hmotnostních mědi a 0,01 % hmotnostních fosforu.

5. Způsob přípravy bezolovnaté pájky, obsahující krok mísení cínu, stříbra, india, mědi a fosforu tak, že poměr cínu je 91,39 % hmotnostních, poměr stříbra je 4,1 % hmotnostních, poměr india 4,0 % hmotnostních, poměr mědi je 0,5 % hmotnostních a poměr fosforu je 0,01 % hmotnostních.

6. Způsob pájení, obsahující krok využívání bezolovnaté pájky, obsahující 91,39 % hmotnostních cínu, 4,1 % hmotnostních stříbra, 4,0 % hmotnostních india, 0,5 % hmotnostních mědi a 0,01 % hmotnostních fosforu.

7. Způsob podle nároku 3 nebo 6, obsahující krok vlnového pájení s využitím bezolovnaté pájky podle nároku 1 nebo 4.

8 výkresů

Solder Temp(℃)	Wetting Time (Sec)									
	63Sn 37Pb	99.3Sn/ 0.7Cu	96.5Sn/ 3.5Ag	ALLOY 349	Viromet 217	Viromet 411	Viromet 513	96.5n/3.5Ag/ 3.0Bi	95.5Sn/4.0Ag/ 0.5Cu	96Sn/2.5Ag/ 1.0Bi/0.5Cu
235	0.767	1.411	2.189	1.156	0.949	1.036	1.758	3.173	3.368	1.86
245	0.606	1.034	1.352	0.716	0.791	0.869	1.072	1.669	1.946	1.235
255	0.546	0.682	1.05	0.544	0.569	0.587	0.822	0.814	1.284	0.824
265	0.46	0.165	0.74	0.244	0.476	0.496	0.597	0.653	1.048	0.668

FIG 1

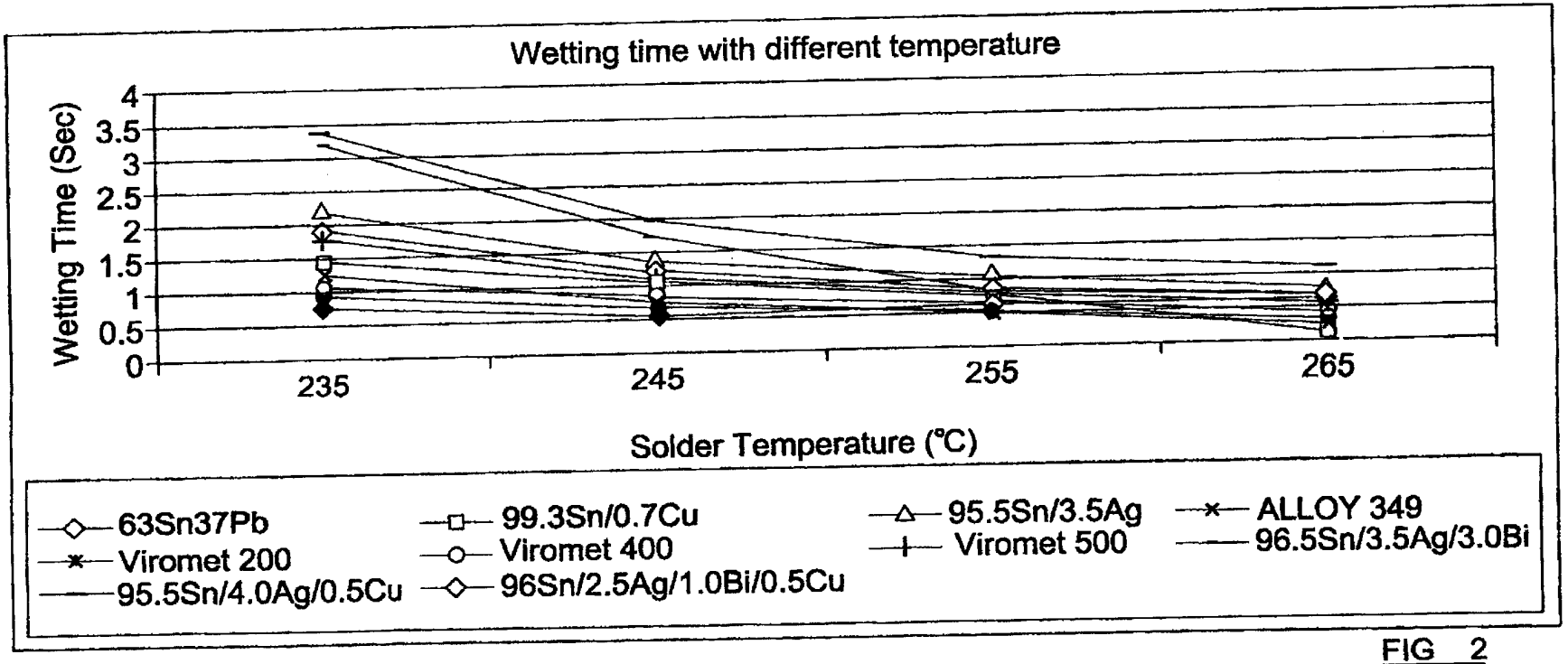

FIG 2

CZ 303793 B6

Solder Temp(°C)	Wetting Time (Sec)							
	63Sn 37Pb	99.3Sn/ 0.7Cu	96.5Sn/ 3.5Ag	ALLOY 349	Viromet 217	Viromet 411	Viromet 513	96.5n/3.5Ag/ 3.0Bi	95.5Sn/4.0Ag/ 0.5Cu	96Sn/2.5Ag/ 1.0Bi/0.5Cu
235	5.48	4.37	2.54	3.21	5.38	3.25	1.27	1.03	1.07	3.47
245	5.54	4.93	4.74	4.82	5.57	3.85	3.94	3.91	3.13	4.8
255	5.42	5.4	5.16	4.9	5.76	4.55	3.58	4.95	4.86	5.48
265	5.41	5.77	5.34	5.07	5.49	4.89	4.67	5.37	4.73	5.49

FIG 3

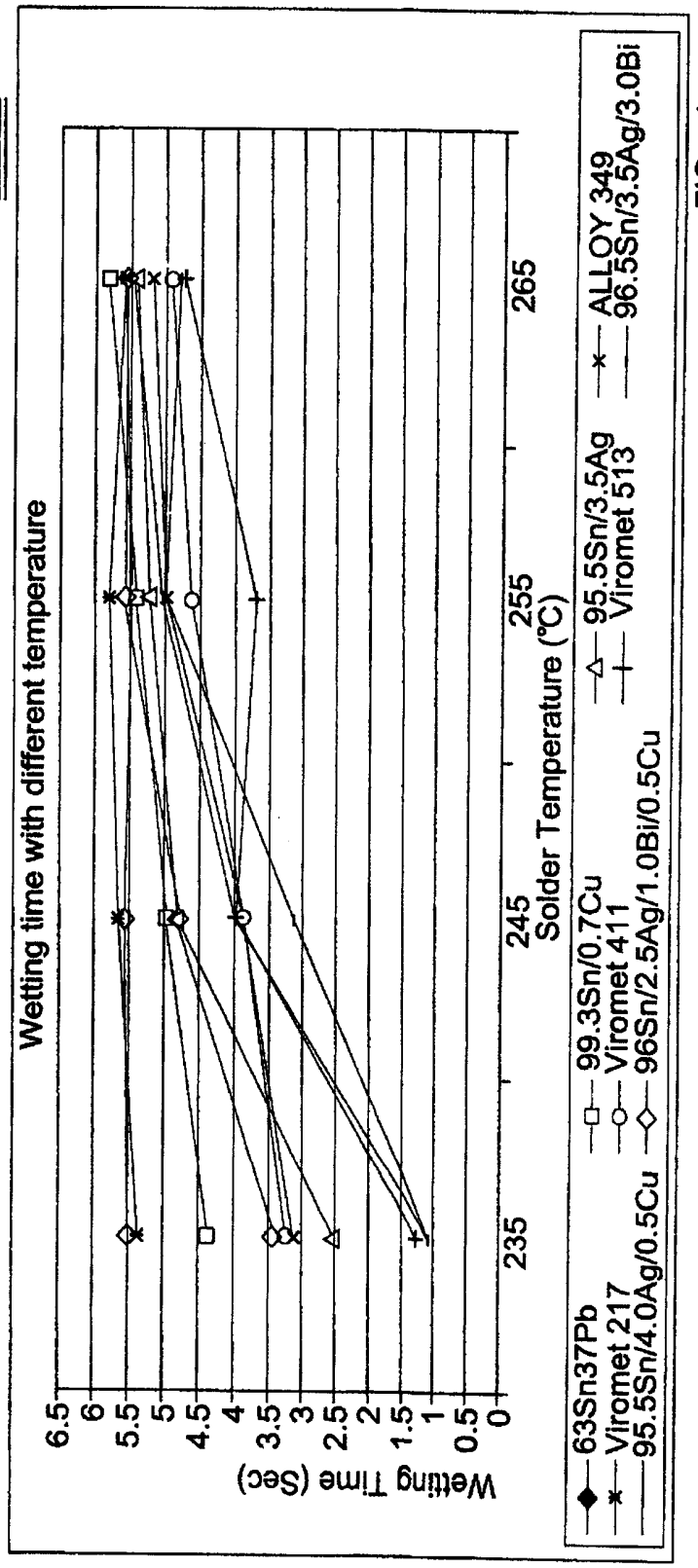

FIG 4

Properties	Types of alloys							
	63Sn 37Pb	99.3Sn/ 0.7Cu	96.5Sn/ 3.5Ag	Viromet 217	ALLOY 349	Viromet HF	96.5n/3.5Ag/ 3.0Bi	95.5Sn/4.0Ag/ 0.5Cu	96Sn/2.5Ag/ 1.0Bi/0.5Cu
Melting Temp. (°C)	183	227	221	199-209	205-210	203-215	195-215	194-218	196-218
CTE(um/m°C)	23.3	19.3	22.7	22.5	22.9	18.6	23.1	21.5	14.5
SG(g/m)	8.4	7.31	7.38	7.34	7.4	7.3	7.22	7.4	7.38

FIG 5

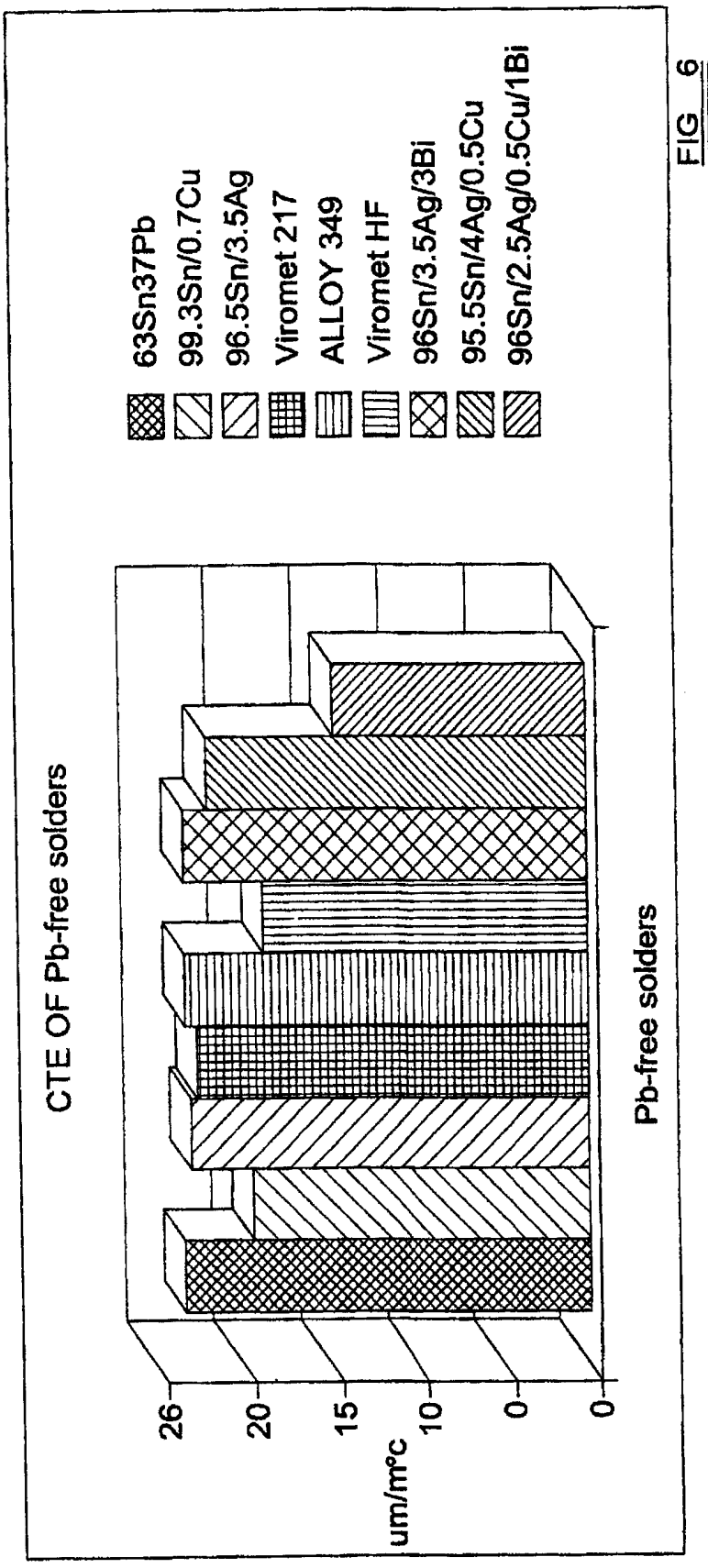

FIG 6

Properties	Types of alloys								
	63Sn 37Pb	99.3Sn/ 0.7Cu	96.5Sn/ 3.5Ag	Viromet 217	ALLOY 349	Viromet HF	96.5n/3.5Ag/ 3.0Bi	95.5Sn/4.0Ag/ 0.5Cu	96Sn/2.5Ag/ 1.0Bi/0.5Cu
Tensile Strength	48.37	39.76	55.15	96.18	68.06	68.06	84.79	49.55	63.11
Load at max load	1.37	1.12	1.56	2.71	1.93	1.92	2.4	1.4	1.78
Yield Strength	39.53	32.79	46.39	70.56	53.89	54.93	62.34	38.28	49.26
(at 2% offset)									
Modulas Young	4958.91	10111.55	11437.11	11396.76	9512.28	10692.66	9958.52	11396.93	11403.57

FIG 7

CZ 303793 B6

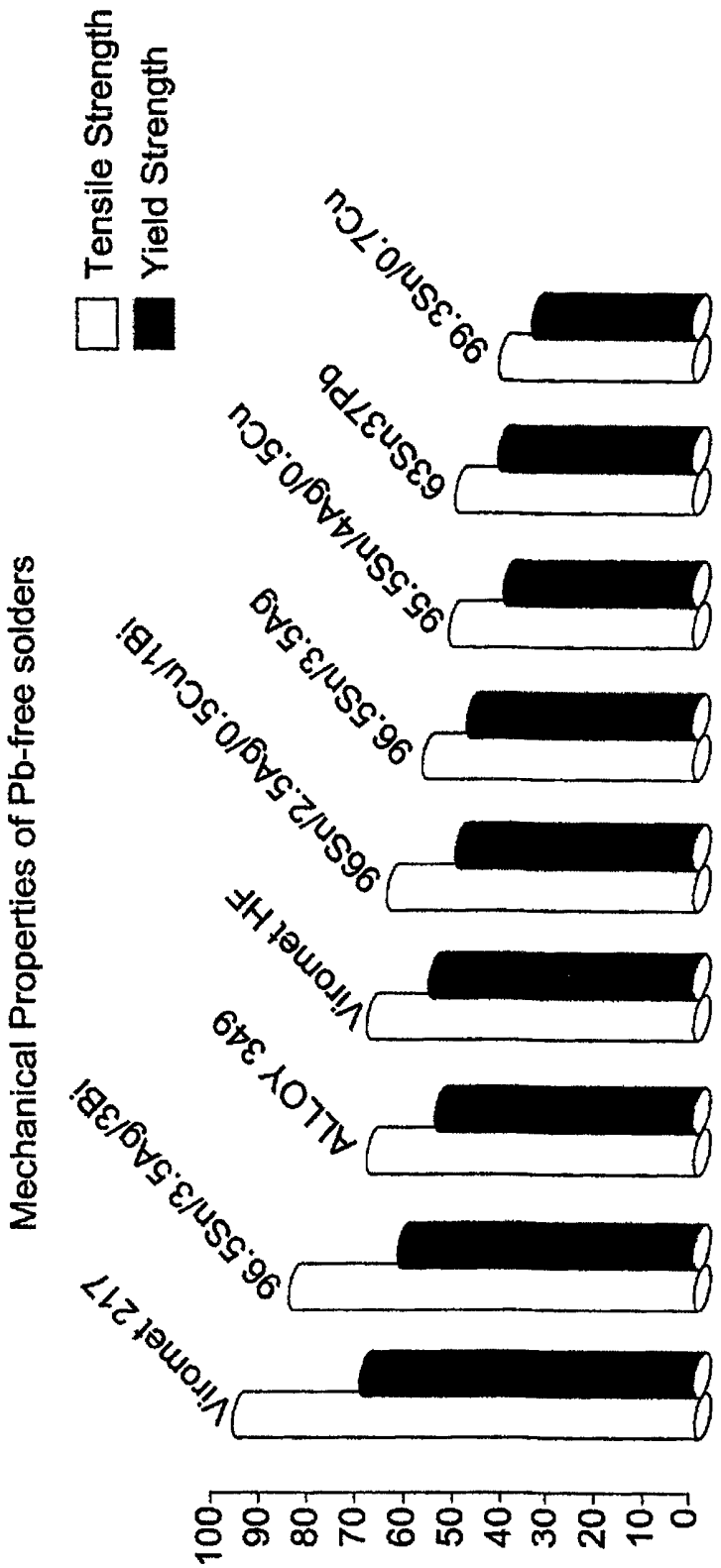
Mechanical Properties of Pb-free solders
Tensile Strength
Yield Strength
Vitromet 217
96.5Sn/3.5Ag/3Bi
ALLOY 349
Vitromet HF
96Sn/2.5Ag/0.5Cu/1Bi
96.5Sn/3.5Ag
95.5Sn/4Ag/0.5Cu
63Sn37Pb
99.3Sn/0.7Cu
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0

FIG 8

Types of Solder	Method Of Soldering	Plating of Board	Types of Component	No. of lifted points	Total no. of points	% of Occurrence
Viromet 217	Wave 245/1.0	Au	Diodes	24	24	100
			Resistors 1	29	32	91
			Resistors 2	27	36	75
	Wave 255/1.0	Au	Diodes	19	20	95
			Resistors 1	37	40	92.5
	Dip	Au	Connector	40	40	100
		HASL	Jumpers	22	32	69
Sn/3.2Ag/0.5Bi/41n	Dip	HASL	Jumpers	16	24	66.7
Sn/3.2Ag/1Bi/61n	Dip	HASL	Jumpers	18	24	75
Sn/3.2Ag/2Bi/61n	Dip	HASL	Jumpers	14	20	70
ALLOY 349	Dip	OSP	Connector	0	6	0
			1	0	22	0
	Dip	Au	Resistor	0	20	0
			Resistor		16	0
			Diodes			
Sn/4Ag/0.5Cu/1Bi	Dip	HASL	Jumpers	15	24	62.5
Sn/Ag	Dip	HASL	Jumpers	5	28	17.9

FIG 9

CZ 303793 B6

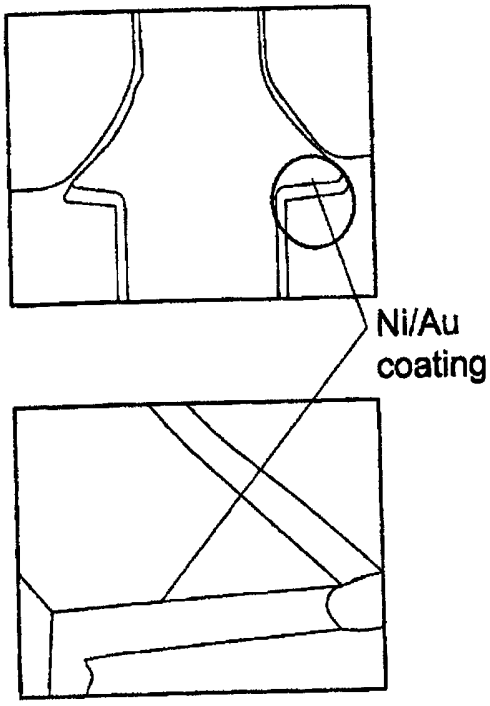

FIG 10A

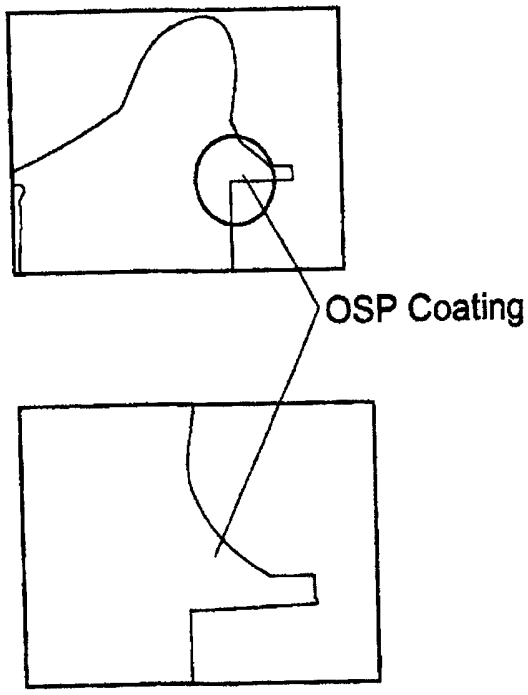

FIG 10B

Types of Solder	Conc of copper (% by weight)	Dissolution rate of copper
ALLOY 349	0.06312	0.0118406
Viromet 217	0.05506	0.0112433
Sn/Cu0.7	0.16017	0.0320858
Sn/Ag/Cu	0.13221	0.0264772
Sn63/Pb37	0.02279	0.0045627

FIG 11

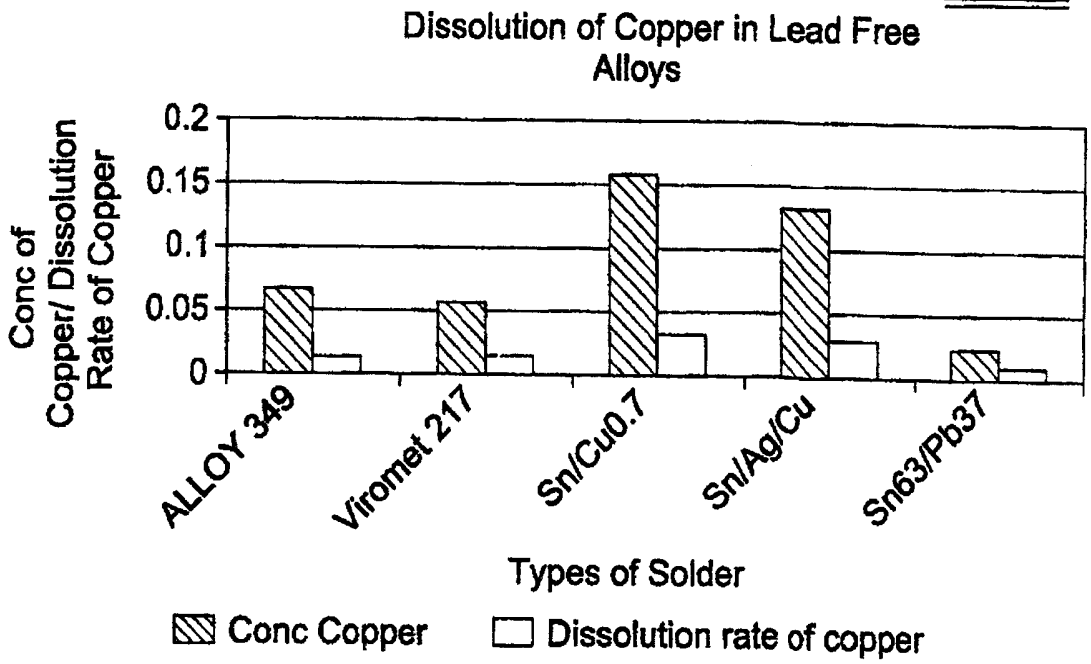

FIG 12

Solder Alloy	1	2	3	4	Total (g/h)
Sn63/Pb37	6.55	6.80	7.05	6.80	27.2
Viromet 217	3.8	5.50	5.60	6.90	21.80
ALLOY 349	7.20	6.41	5.45	5.88	24.94
Sn/Cu0.7	10.36	10.71	10.70	10.10	41.87
Sn/Ag/Cu	13.95	10.95	10.50	12.85	48.06

FIG 13

Konec dokumentu