

Lodguide

Lödning har använts som fogningsmetod i över 125 år, i modern tid och är en välbeprövad fogningsmetod inom industrin! Det finns mängder av publikationer och tester gjorda. Meningen med denna lilla guide är att ge Dig, som ej är metallurg eller lödexpert en liten vägledning inom lödningens-ABC, samt även ge Dig svar på de vanligast förekommande frågorna inom lödning.

Lodets historia är egentligen betydligt äldre än 125 år! De tidigt kända loden var blandningar av guld, tenn eller silver och dessa användes redan för si så där en 5000 år sedan! De användes till konstverk, prydnader och smycken. Senare under romartiden började tenn bly lod att användas i större utsträckning för att bl.a. täta skarvar i akvedukter. Pb, blyets kemiska namn kommer från latinets *plumbum*, som betyder rörmokeri.

Lödning är ett sätt att sammanfoga olika metalldelar med ett bindemedel kallat lod ("lödtenn"), mjuklödning är den vanligaste sammanfogningsmetoden för elektriska förbindningar. Vid lödning diffunderar (blandar) sig lod och metalldelar med varandra till skillnad mot t.ex. limning där endast vidhäftning sker. En rätt utförd lödning ger en god metallisk och gastät förbindning med låg övergångsresistans. Man skiljer på två olika typer av lödning, Mjuklödning där arbetstemperaturen är **lägre** än +450 grader och hårdlödning där arbetstemperaturen är **högre** än +450 grader. Denna skrift behandlar i huvudsak mjuklödning.

De vanligaste lödmaterialen är tenn / bly-blandningar i olika blandningsförhållanden och i olika former, vanligen tråd, pasta eller tackor. Man kan kalla dessa lod / dessa legeringar för konventionella lod och de fungerar utmärkt i många applikationer. Men om man har lite högre krav på sina lödfogar, vill arbeta i ett större temperaturfönster, i låga temperaturer, i höga, som kapsling med krav om liten utgasning eller andra hermetiska applikationer. Då krävs det lite mer av lodet och man får då titta närmare på ett s.k. speciallod.

Dessa lod eller legeringar är ofta tillverkade av okonventionella metaller och legeringar där t.ex. Vismut (Bi), Indium (In) eller Antimon (Sb) ingår. Indium har en rad värdefulla egenskaper som gör just denna metall mycket användbar i många lod. Det är en mjuk metall med utmärkta utmattningsegenskaper, har hög elektrisk och termisk ledningsförmåga, väter mot många underlag även s.k. ej - metalliska keramiska / glasytor samt olika metalloxider. Man kan säga att Indium fungerar som en stötdämpare i ett lod, om applikationen kommer att utsättas för skakningar, chock, slag etc. så är en In-legering att föredra. Vismut samt bly har liknande egenskaper.

Blyfritt.

Från och med 1 Juli 2006 så kom användningen av bly (Pb) att begränsas. Många tittade på alternativa lod som ej innehåller denna välbeprövade "mjukgörare" och elastikator, bly.

En viss panik utbröt när man insåg att de gamla välbeprövade loden inte får användas. Anledningen till detta är att minska utsläppen av bly i miljön... då skall man veta att elektronikindustrin står för enbart knappt 0,5 % av blyförbrukningen i världen. Här finns det många andra "bovar" som släpper ut betydligt mer...

De vanliga kommande blyfria loden som skall ersätta de gamla blyade, är en grupp av lod i smältintervallet: +215 till +221°C, dessa är de s.k. SAC-loden. Nackdelen med alla dessa blyfria lod är att de är mycket hårdare, inte lika elastiska som blyade lod. Detta ger elektronik industrin en rad av utmaningar och massor av problem, komponenter som skjuvar sönder, sprickbildningar, avbrott mm. Om Du vill undvika att delta i detta välj då lod som innehåller mjukgörare som t.ex. In, Bi eller Sb. (Indium, Vismut eller antimon).

Mjuklödning.

Lodets arbetstemperatur är **lägre** än + 450°C. Mjuklödning sker vanligtvis som spaltlödning. Lodet består vanligtvis av Sn/Pb-legering. På grund av lodets relativt låga styrka bör lodförbandet utformas så att det är mekaniskt låst, lodet kommer då även att fungera som tätning. Olika uppvärmnings metoder kan användas, lödkolv, gaslåga, induktion, värmeugn eller håll mm. Lödfogen värms till strax över lodets smälttemperatur. Eventuella flussmedelsrester skall noga tvättas bort.

Lodets bindning till grundmaterialet är enligt följande: Vid lödning värms delarnas ytor till lodets arbetstemperatur eller strax över. Då lodet tillsättes väter det mot grundmaterialet och en metallisk förbindning erhålles mellan lödgodset och grundmaterialet. Materialen legerar sig med varandra i en smal zon, detta kallas diffusion. Den legering som uppstår i bindzonen har högre smälttemperatur än lodet och därmed också stelnar före lodet då lodstället svalnar. Bindskiktets sammansättning och kvalitet kan vara avgörande för lodförbandets hållfasthets egenskaper och det är därför viktigt att välja ett lod som passar bra ihop med grundmaterialen.

Hårdlödning

Lodets arbetstemperatur är **högre** än +450°C, vanligt vis omkring 900°C. Lodtyper är främst olika mässing - eller bronslegeringar med tillsats av nickel, tenn och ibland även lite silver. Hårdlödning sker vanligtvis som spaltlödning. Lodstället värms till lodets smältpunkt, lodet smälts i fogen binder ihop fogytorna sedan upprepas proceduren. Mässinglod med lägre smältpunkt uppför sig som kapillärlod. Fogen har en hållfasthet som motsvarar grundmaterialets.

Flussmedel

För att god bindning skall erhållas vid lödningen, måste fogytorna vara mycket väl rengjorda. Dessutom måste oxider på fogytorna reduceras. Oxidskikt växer även i takt med stigande temperatur. Oxider kan förhindra ett gott löd resultat och både oxidskikt och föroreningar måste därför noggrant avlägsnas. Vid användande av t.ex. Indiumlod kan det vara nödvändigt att plasmavätta lodet före lödningen eller på annat sätt avlägsna den snabbt växande oxiden.

För att förhindra uppkomst av oxid under uppvärmningen används flussmedel. Flussmedlets uppgift är att 1/lösa oxider, 2/skydda mot nybildning samt att 3/indikera rätt arbetstemperatur, alltså då lodet bör tillsättas. I t.ex. många tråd lod är flussmedlet redan inblandat i lodet och har som uppgift att lösa och avlägsna oxid skiktet innan lodet smälter och flyter ut över lod punkten.

De vanligaste flussen.

Fluss	Applikationer, löder mot?	Tvätt
R	Mycket rena oxidfria ytor, Au, Ag etc.	ej nödv
RMA	Rena oxidfria ytor, Au, Ag, Cu etc.	ej nödv
NC	Rena oxidfria ytor, Au, Ag, Cu etc. (NC=No Clean)	Nej
RA	löder mot t.ex.: Kadmium, nickel etc	Ja
OA	även kallade specialfluss: löder mot Al, Be, SS etc. OA=organiskt aktiverat	Ja
WS	De s.k. vattenlösliga flussmedlen, har olika aktivitetsgrad beroende på bas	Ja

Hur välja rätt lod och fluss?

Det kan vara trixigt att hitta rätt lod med rätt egenskaper och kompatibilitet mellan de material som skall lödas samman. Denna kompatibilitet tillsammans med vätegenskaper och temperaturområdet utgör de huvudsakliga parametrarna för att lyckas.

De gamla vanliga Sn 62 (62Sn36Pb2Ag) eller Sn 63 (63Sn37Pb) har används i elektronikindustrin i massor av år och många tror att dessa lod passar till allt! Så är det inte! Det finns en anledning varför det finns nästan 300 olika legeringar att välja på, problemet är att hitta rätt, att hitta personer som kan lite om detta. Jag har själv arbetat med lod i många år och är långt ifrån fullärd inom lodens underbara värld. Stöter dagligen på lod problem som ofta inte har en enkel lösning.

De flesta loden kräver något flussmedel för att väta. Så det gäller att väljs rätt lod och fluss, hitta rätt kombination, får flussrester förekomma?, kan applikationen tvättas? går denna legering att löda i inert atmosfär (i skyddsgas)? Vilken typ av fluss erfordras? Alltså ännu fler parametrar att ta hänsyn till!

Det finns tre huvudsakliga typer av flussmedel för elektroniska applikationer. 1) Korrosiva, oorganiska fluss. 2) Milt aktiverade, organiska fluss. 3) Ej korrosiva eller hartsbaserade fluss samt vattenlösliga fluss.

Vänd Dig till Din materialleverantör, förhoppningsvis så har de de kunskap att leda Dig rätt i denna djugel. S.k. RMA-fluss är det vanligast förekommande och RMA betyder = milt aktiverat rosin (tränaturharts). De flesta NC – flussen (No-Clean) har samma aktivitetsgrad som RMA. R= enbart tränaturharts, RA = Aktiverat tränaturharts, OA = organiskt aktiverat och WS = Vattenlösligt.

Flussfri lödning:

Vid flussfri lödning krävs att man har tillgång till en lod kammare, lod ugn eller liknade där man kan skapa en inert atmosfär, en syrefri miljö, där man kan åstadkomma detta. Se t.ex. www.sikama.com I denna kammare kör man vanligen med nitrogengas men andra lite tuffare gaser används också, så som ”formic gas” på svenska myrsyra. Att tänka på här är riskerna med en korrosiv och hälsofarlig gas i lod sammanhanget. Kanske nödvändigt men inget man gärna tar in i sin produktion med tanke på dagens arbetsmiljötank. Vanligt lod vid flussfri lödning: 80Au/20Sn.

Ej korrosiva eller hartsbaserade fluss:

Dessa fluss är hartsbaserade fluss och kan vara aktiverade med abietinsyra som är aktivt mellan +127 till +300 °C. Abietinsyra fria flussmedel förekommer också och då används andra syror med liknande egenskaper. Flussrester kan ganska enkelt tvättas bort med ett klorerat lösningsmedel, alkohol eller ett polärt lösningsmedel. I denna flussgrupp ingår: R-fluss (hartsbaserat), RMA-fluss (milt aktiverat harts), RA-fluss (aktiverat harts) samt NC-fluss (no-clean fluss).

RMA-fluss är det vanligast förekommande och används flitigt inom elektronikvärlden när man t.ex. löder mot guld (Au), silver (Ag) och ren koppar (Cu). RMA-fluss är normalt ej korrosivt, leder ej ström, har hög dielektrisk isolationsförmåga och rester kan i många fall lämnas kvar på kortet utan tvätt. **No-clean fluss** (fluss som ej behöver tvättas) tillhör denna grupp av flussmedel, alla s.k. no-clean fluss innehåller en skvätt tränaturharts för att delvis fungera som ett RMA-fluss.

Milt aktiverande - organiska fluss:

Här handlar det ofta om milt aktiverade lätt korrosiva organiska syror så som t.ex. citronsyra. Vissa temperaturrestriktioner och en viss begränsning av lödtiden kan vara på sin plats med dessa fluss för att undvika att flussmedlet bryts ned eller tappar sin aktiva funktion. Oftast är dessa fluss vattenbaserade och kan tvättas bort med ljummet vatten. Alla korrosiva fluss måste tvättas efter lödning, eventuella rester kan förorsaka skador på sikt.

Korrosiva - oorganiska fluss:

Dessa fluss är oftast oorganiska starka syror eller salter. De används oftast för att öka vätning mot olika svärlödda metaller och rostfritt stål. De används aldrig i elektroniksammanhang. Dessa är

mycket korrosiva fluss som lätt kan skada t.ex. polymera material. Eventuella flussrester måste alltid tvättas bort.

Borttagning av flussrester.

Torka eller borsta bort flussmedelsrester direkt efter lödning. Enklast genom tvättning under borstning i rinnande varmt vatten om det rör sig om ett s.k. vattenlösligt fluss. De vattenlösliga flussen måste nästan alltid tvättas bort mycket noga då de innehåller korrosiva rester som kan skada känslig elektronik.

I förekommande fall används mekaniskt eller kemiskt tvätt. Inte ovanligt inom elektronik är att man använder sig av etylalkohol eller tvättmedel avsett för detta tvätt, t.ex. ”prozone”.

S.k. ”no-clean” fluss behöver normalt ej tvättas, de rester som återstår efter lödningen är avsedda att ligga kvar efter lödning och skall ej utgöra något hot för applikationen. Många gånger tvättar man även dessa och då handlar det oftast om rent kosmetiska anledningar. Resterna från dessa fluss är i regel mindre än andra fluss.

Exempel: recept på betbad för tvätt av flussrester:

1. För koppar, mässing, brons och aluminiumbrons: 10-15% svavelsyrelösning i vatten.
2. För stål, nickel och nickellegeringar: 10-15% saltsyrelösning i vatten.
3. Rostfria stål: 50% saltsyrelösning i vatten. Ju varmare lösning, desto snabbare arbete. Efter betning måste arbetsstycket omedelbart sköljas noga, helst i rinnande vatten.
4. Aluminium och aluminiumlegeringar doppas 1-2 minuter i 10-20% natronlut vid 50°C. Spolas därefter under rinnande vatten, neutraliseras i 20-30% salpetersyra och därefter spolas noga med vatten och torkas.

Några vanliga elektroniklod.

Här följer en tabell som identifierar olika lodblandningar, vanliga applikationer och vanliga användningsområden. Dessa lodmaterial går att få i olika former så som: pasta, tråd, tackor, brickor, "preforms", band, folie, stavar mm, från oss.

Det finns nära 300 olika legeringar (metallblandningar) att välja på och denna lista visar bara ett litet urval av de vanligaste materialen. Det är alltid många parametrar man måste ta hänsyn till när man skall löda samman två eller flera material, det gäller att hålla tungan rätt i munnen.

Lodlegering, flussmedel, lödtemperatur, max temperatur på lödstället och i dess närhet, vilken form på lodet: pasta, tråd, bricka etc. och hur skall det appliceras. Om Du behöver tips och hjälp, ring till oss +46-8-703 02 00 eller faxa +46-8-703 02 48, eller maila: info@galindberg.se Kanske Du söker efter mera lodkunskeper... Då kan Du alltid surfa på www till vår hemsida som är: www.galindberg.se klicka på nödvändiga länkar för att komma vidare till vår leverantör av lod.

Material	Egenskaper/applikationer	Flytande °C	Fast °C	Plast omr
49Bi/21In/18Pb/12Sn	Vätningsegenskaper ej de bästa, hyfsat mot metall. Normalt krävs aktivt fluss.	58	58	E
In51/Bi32.5/Sn16.5	Blyfritt lod, hyfsade vätningsegenskaper.	60	60	E
66,3In/33,7Bi	Indium/visnt lod låg eutektisk smältpunkt. "fusible". Miljövänligt - blyfritt - Cd fritt "fusible alloy" (för säkringar!)	72	72	E
57Bi/26In/17Sn	Miljövänligt lod.	79	79	E
52,5Bi/32Pb/15,5Sn	Vismut/bly/tenn lod med eutektisk smältpunkt, anv. bl. i brandlarm. "Cadfree 95"	95	95	E

52In/48Sn	In/Sn lod med skarp smältpunkt, har extremt god vätnings mot glas, kvarts o keramer. Har god "lågtemp-smidighet". Det lod som har den lägsta smältpunkten som ej innehåller vismut.	118	118	E
50In/50Sn	Mycket god vätnings mot glas, kvarts o keram. Goda lågtemperaturegenskaper.	125	118	7 °C
58Bi/42Sn	Ett mjukt, vismut/tenn lod. Kan användas t.ex. i två-stegs lödning. Utmattningsgenskaper?	138	138	E
57Bi/42Sn/Ag1	Samma men med bättre utmattningsgenskaper	138	138	E
Material	Egenskaper/applikationer	Flytande °C	Fast °C	Plast omr
97In/3Ag	In med Ag tillägg för att öka den mek. hållfastheten. God vätnings, god "lågtemp-smidighet" p.g.a. hög In-halt. Ett vanligt lod i mikroelappl.	143	143	E
80In/15Pb/5Ag	Speciellt lämplig vid lödning mot Au, Au urlakning är minimerad. God termiska utmattningsgenskaper. Är kompatibelt med 70In/30Pb, 60In/40Pb, 50In/50Pb, 60Pb/40In, 75Pb/25In, 81Pb/19In i steglödning appl.	149	142	7°C
99,99 In	God vätnings på många ytor inkl. glas o kvarts. Deformerar under tryck och blir ej skört, är värdefullt vid lågtemperatur applikationer. Vanligt vid glas till glas bondning.	156,7	156,7	E
70Sn/18Pb/12In	Standardlod i området +160°C med goda fysikaliska egenskaper. (SP=smältpunkt).	162 SP		
70In/30Pb	Risken för Au-urlakning är liten. Goda termiska utmattningsgenskaper.	174	160	14°C
62Sn/36Pb/2Ag	Standardlod. Anv. på Ag-ytor för att minimera Ag-utfällning.	179	179	E
37,5Sn/37,5Pb/25In	Goda vätningsgenskaper, hög resistens mot alkalisk korrosion. Ej rekommenderbart mot Au!	183	134	47°C
63Sn/37Pb	Standardlod. Ej rekommenderbart mot (Ag) eller Au. Mycket hög mekanisk styrka.	183	183	E
60In/40Pb	Se 70In/30Pb. (lämpar sig utmärkt för steglödningsooperationer)	185	174	15°C
50In/50Pb	Anv när man behöver ett lod med mycket goda utmattningsgenskaper eller lödning mor Au där priset är en viktig faktor.	209	180	29°C
91Sn/9Zn	Rekommenderas för lödning av Aluminium.	199	199	E
"Castin" Blyfritt lod!	96,2Sn/2,5Ag/0,8Cu/0,5Sb - ett bra blyfritt alternativ till Sn62.	216	210	6°C
96,5Sn/3,5Ag Blyfritt lod! (96Sn/4Ag)	Standard Sn/Ag-lod för eutektisk lödning. Ej rekommenderbart mot Au-ytor. Vanligt inom mikroel applikationer.	221	221	E
60Pb/40In	Se 70In/30Pb, anv i två-stegslödning.	225	195	30°C
99Sn/1Sb	Tenn/antimon lod med hög kryphållfasthet upp till arbetstemperaturer om ca +100°C. Andra legeringar: 97Sn/3Sb och 95Sn/5Sb.	235	235	E
95Sn /5Sb	Hög töjhållfasthet! Anv vanligen att löda Cu-rör i vattenledningssystem. Klarar +100 °C under lång tid utan att lodet degraderar.	240	235	5°C
90In/10Ag	I stort lika med 97In/3Ag, denna legering ger dock en starkare fog. Stort plast område! Anv i te.x. BGA applikationer.	237	141	96°C
75Pb/25In	Se 70In/30Pb	264	250	14°C

81Pb/19In	Se 70In/30Pb. Vanligt lod inom mikroel. Ett "billighetsalternativ" till 80Au/20Sn.	280	270	10°C
80Au/20Sn	Guld/tenn lod med skarp smältpunkt, mycket vanligt vid eutektisk "die bonding".	280	280	E
92,5Pb/5In/2,5Ag	Har goda termiska utmattningsegenskaper, är det Pb/In/Ag lod som ger minst Au-urlakning.	300 SP		
97,5Pb/1,5Ag/1Sn	Standardlod inom "semiconductor" ind.	309	309	E
90Pb/5In/5Ag	Liknar 92,5Pb/5In/2,5Ag, ger dock högre hållfasthet i fogen.	310	290	20°C
Material	Egenskaper/applikationer	Flytande °C	Fast °C	Plast omr
95Pb/5Sn	Lågkostnadslod, ej rekommenderbart mot silver och guld ytor.	314	311	3°C
95Pb/5In	Begränsat användningsområde. Kan föredras framför 95Pb/5In mot guld.	314	293	21°C
88Au/12Ge	Hårt eutektiskt guld/germanium lod.	356	356	E
96,4Au/3,6Si	Hårt eutektiskt guld/kisel lod.	370	370	E
55Ge/45Al	Hårt eutektiskt germanium/aluminium lod	424	424	E
75Au/25In	Se 82Au/18In	465	451	14°C
82Au/18In	Guld lod med hög smältpunkt. Vissa tillverkningsbegränsningar. Ett hårt lod med hög densitet (14.90).	485	451	34°C

E=eutektisk. Fusible= för säkringar.

Eutektisk – "Skarp smält punkt".

En eutektisk blandning, är en blandning av två eller flera element som har lägre smältpunkt än de i blandningen ingående elementen. I ett fasdiagram identifierar man den eutektiska punkten, varvid man fastställer den rätta blandningen av ingående element och en eutektiskt material har skapats. Ett eutektiskt lod har alltid en skarp smältpunkt. Denna term kommer ifrån grekiskan "eutektos" och betyder lätt smält.

Lite om de "nya" blyfria loden.

Blyfria lod kräver 30 °C till 45 °C högre smälttemperatur än tenn-bly lod (se tabell nedan). Många tillverkare har dragit nytta av det stora processfönstret vid omsmältning med tenn-bly genom att använda en eller två värme profiler för att hantera en lång rad olika kortmontage. Processfönstret för blyfria material är dock mycket mindre på grund av komponenternas maximala exponerings temperatur på 250 °C, denna begränsning beror framför allt på plastisk deformation.

Material, legering	Smältintervall °C	Lödtemperatur °C
Sn/Pb	179 - 188	230-250
Sn/Cu	227	270-280
Sn/Ag/Bi	206-213	260-265
Sn/Ag/Cu "Castin" SAC	217	260-270
Sn/Ag	221	265-280

De högre smälttemperaturerna som behövs vid den blyfria omsmältningprocessen kan orsaka delaminering inom mönsterkortet och skada många olika komponenter som plastanslutningar, reläer, lysdioder och elektrolytiska och keramiska kondensatorer. En noggrann temperaturstyrning under den blyfria processen kan innefatta ett rampstadium i temperaturprofilen för att inte temperaturens stigningshastighet ska skada komponenter som är termiskt känsliga. Andra möjliga problem är deformerade mönsterkort, sprickor på grund av värmechock och skillnader i

intelligande materials värmeutvidgningskoefficienter (CTE).

Topptemperaturen och tiden ovanför det flytande tillståndet måste uppnås utan överhettning av montage eller komponenterna. En längre förvärmning behövs för att nå de högre temperaturerna och undvika att mönsterkortet drabbas av värmechock under omsmältningprocessen. Figur ovan visar de typiska omsmältningparametrarna för blyfria lödmetaller.

Blyfri lödning gör det extra viktigt att identifiera komponenterna, kortytorna och lödmetallerna som används för att montera korten. Det är helt avgörande att man kan identifiera materialen genom hela monteringsprocessen, samt att man kan identifiera det färdiga montage för att få en pålitlig omsmältning. Tillverkningsföretagens lager av delar måste separeras så att inte blyfria komponenter blandas med blykomponenter, eftersom de olika materialen har olika smältpunkter och möjligheter att bilda metallegeringar, vilket kan göra att korten går sönder i förtid.

Val av basmaterial.

För att underlätta övergången till en blyfri processmiljö måste materialen som används för att utföra blyfria montage även studeras, för att kontrollera att den termiska belastningen inte påverkar kortets och montages prestanda och långsiktiga pålitlighet på ett negativt sätt. För att välja rätt dielektriska material för mönsterkortet vid blyfria processer krävs en bedömning av materialet för att fastställa om materialet har god termisk stabilitet och kommer att klara den betydande ökningen i termisk belastning. Bland felen som kan uppstå i kort som genomgått en blyfri process utan termisk stabilitet är delaminering och hålsprickor i de genompläterade hålen.

Epoxybaserade FR-4-material är fortfarande de vanligaste materialen för att tillverka mönsterkort. De vanliga FR-4-substratmaterialen med låg glasomvandlingstemperatur (T_g) på 130-140 °C har svårt att klara de termiska belastningarna vid blyfritt montage.

SAC - lod. ("Tenn-Silver-Koppar").

Är s.k. Sn/Ag/Cu-lod (SAC) eller den nya generationen av blyfria lod. Här finns det en rad olika blandningar att välja på inom smältintervallet +216 till 223C. Gemensamt för alla blyfria lod med stort Sn-innehåll (tenn) är att de är mycket hårda "sköra". Att de lättare spricker sönder vid termisk cykling.

CASTIN - Ett blyfritt lod med något lägre smältemp.

Består av: **96,2Sn / 2,5Ag / 0,8Cu / 0,5Sb** och har en smältpunkt på 216°C och en fast punkt på +210 °C vilket ger produkten ett blygsamt plastiskt område av 6 °C. Lodet finns som pasta för dosering, stencil och screentryck, i tråd, band, folie form och som "preforms". För att nå ett fullgott resultat så får man höja sin normala lödtemperatur något i lödmaskinen, ugnen eller lödkolven. Lodet har utmärkta utmattningsegenskaper, mycket goda elektriska egenskaper, löder bra och ger vackra lödningar. Castin innehåller ej Vismut (Bi), som är en restprodukt av när bly tillverkas. Om man slutar att tillverka Pb - vad händer då med alla Bi-baserade blyfria lod? Man kan misstänka att priset kommer att stiga.

Indium är dyrt!

Samtliga material med högt Indiuminnehåll har hög resistivitet mot korrosion och används ofta där man önskar ett smidigt mjukt lod, som ej orsakar guldurlakning och har ett något lägre pris än Au. Tidigare var In en relativt billig metall, så är ej fallet längre! Sedan ca 20 år tillbaka så har råvaru priset på In stigit med över 20 ggr, men än är det en liten bit kvar till Au-priset.

Indium / Bly - Indium / Bly / Silver lod.

I realiteten så är inga av dessa lod eutektiska, alla har ett lite flexibelt smältområde. Dessa lod har alla goda termiska utmattningsegenskaper och i vissa applikationer fungerar dessa lod som "stötdämpare" mot hårda material.

De är även bra på att förhindra guldurlakning vid arbetstemperaturer under +120°C. Över denna temperatur så ökar risken att intermetalliska formationer bildas i materialet. Indium / Bly lod används ofta vid tvåstegslödning.

In/Pb lod används t.ex. i: Lödning Au mot Au, mikrovåg / lockförslutning, mekanisk förbindning - lödning med In/Pb mot Au-belagda ytor ger en smidig, "elastisk" fog med excellenta utmattningsegenskaper. De vanligaste legeringarna är: 70In/30Pb, 60In/40Pb, 50In/50Pb, 60Pb/40In, 81Pb/19In samt 80in/15Pb/5Ag.

Indium - In och Indium/Silverlod - In/Ag

Dessa material lämpar sig utmärkt vid bondning av ej-metalliska material och sammanfogning vid låga temperaturer. En del av dessa lod kan fästa genom "gnuggning" och värme.

Vismut lod - Sb

Dessa anses vara s.k. "fusible" lod, för att gjuta med. Smälttemperatur inom +47°C till +170°C. Vismut har den högsta dielektriska konstanten av alla metaller, de tenderar att väta sämre än andra lod, är lite ostabila och kan bli sköra efter en tid. Vanlig applikation: Säkringar.

Tenn / Silver - lod Sn96/Ag4 – Blyfritt!

Har en skarp smältpunkt på 221 °C med en täthet på 7,3 gr/cm³. Detta lod är godkänt av Statens Planverk för bl.a. rörinstallationer. Bindhållfasthet varierar mellan 25 till 50 N/mm².

Detta lod passar utmärkt för lödning av koppar, mässing, brons och rödgods.

Guld / ten - lod Au80/Sn20

Används främst inom mikroelektronik för att fästa ex.vis. chip och mekaniska detaljer där man löder i en flussfri miljö. Detta lod har en skarp (eutektisk) smältpunkt på +280°C. Med detta lod elimineras risken för eventuell oxidation och man erhåller en fog som kan hantera hög fysisk stress samt höga temperaturer. Lämpar sig utmärkt för "die-bonding - eutectic", lockförslutning, substans bondning, carrier bonding etc.

Guld / Germanium - lod Au88/Ge12

Guld-germanium lod har en eutektisk smältpunkt på +361°C och används primärt för att löda fast chip på substrat och eller substrat till bärare eller till kylare. Att löda med detta lod mot Au ytor kan stöka till det då Au från lödstället diffunderar in i lodet, den totala Au-mängden ökar – smält temperaturen ökar.. voids bildas p.g.a. detta. Germaniumet kan även bilda intermetalliska föreningar med Ni om Ni förekommer i fogen. För att undvika detta, tillse att alla lödytor är Au-förgyllda med minst 0.0001” Au enligt Mil-G-45204, Typ III, grad A, klass 2.

AIM Free är en variant av Castin med högre smältpunkt. Blandningen är: 95,75 Sn 3 Cu 1 Sb och 0,25 Ag. Smältpunkt / flytande: **+446 °C (fast: +428 °C)**, med ett plastiskt område på 18 °C.

Detta är ett lite ovanligt lod som ej är listat i QQS571E eller i ASTM B 32.

Lod för Hårdlödning.

Fosforkopparlod med silver - P/Ag/Cu

Det fosfor som finns i loden reagerar med luftens syre när loden smälter och bildar fosforpentoxid som tillsammans med kopparoxiden ger kopparmetafosfat som i sin tur verkar som ett flussmedel. De mörka "flussmedelsresterna" är ej korrosiva och behöver ej tas bort.

Vanliga blandningar: Ag15/Cu80/P5 eller Ag5/Cu89/P6. smältintervall +650 - 810 °C.
Används till att löda: Koppar, mässing, brons och rödgods.

Aluminumhårdlod - Al87/Si13

Lämpar sig för att löda aluminium och dess legeringar som: SS 4010, 4050, 4106, 4212 med fl.
Smältintervall +575 till 582 °C, täthet 2,6 g/cm³.

Hårdmetall - wolfram lod

Ag49/Cu16/Zn23/Mn7,5/Ni4,5 är avsett för lödningar av hårdmetaller och wolfram. Har ett smältintervall inom +625 till 725 °C. Manganet förbättrar lodets vätningsförmåga på fogytorna som normalt är svåra att väta.

Olika metaller och dess egenskaper.

Metall / legering:	Egenskaper:
Aluminium (Al)	Gör lödmaterialet hårdare, "sämre adhesion". Så lite som 0.001 % gör att lodet blir porigt, "frostigt", får en hård matt yta.
Kadmium (Cd)	Gör Sn/Pb-lod hårdare. "toxiska ångor om överhettas"
Arsenik (As)	Bildar små hårda kulor i lodet som armerar. Ger högre fogstyrka, "armerar".
Antimon (Sb)	Ökar vätningen och fogstyrkan i de flesta fall. I stora koncentrationer så blir lodlegeringen skör.
Koppar (Cu)	Bildar hårda delar i en metallegering. Max 1.0 %. I huvudsak i Ag eller Cu lod för hårdlödning (brazes).
Nickel (Ni)	Bildar små hårda kulor som armerar. @.25% liknande Cu!
Vismut (Bi)	"Mjukgörare" Stora konc ger sprödhet o dålig legering. sänker smälttemp. Bi är en restprodukt från Pb- tillverkning.
Silikon (Si)	Tillsats i Au och Al-lod. Ökar vätning - sänker smältpunkten.
Zink (Zn)	Anv i lod för Al-lödning där man önskar ett hårdare lod.
Silver (Ag)	Ökar fogstyrkan och utmattningsegenskaperna i lodet, minskar risken för utfällningar, urlakning.

Undvik dessa metallkombinationer!

1) Använd ej ett tenn (Sn) baserat lod mot guld (Au) eller silverplätering (Ag). Tenn tenderar att urlaka (fälla ut) Au och Ag.

2) Tenn-Bly-Antimon (Sn/Pb/Sb) är okompatibelt med Zink! Denna metallblandning skall ej användas på zink pläterade / förzinkade ytor.

3) Indium (In) - legeringar skall ej användas vid lödning direkt mot koppar (Cu) då koppar lätt diffunderar in i Indium. Om man trots allt vill löda mot koppar (Cu) med ett In-lod så rekommenderar vi starkt att man pläterar kopparn med Nickel (Ni).

Är Antimon farligt?

Den kemiska symbolen för Antimon är Sb. Antimon har atomvikten 121.75 och en ren smältpunkt på +630,5 °C och en kokpunkt på +1635 C. Toxisk rök avgår vid smältpunkten.

Antimon (Sb) har används sedan massvis med år som "hårdgörare" i blylegeringar som används i bly / bil / fritidsbatterier, i kabelmantlingar, lagerlegeringar, i många lödlegeringar med eller utan Bly (Pb) inom mekanisk, elektronik och semiconductor industrin.

Antimon är också en huvudingrediens i s.k. konstnärlig tennindustri av -fat/muggar/figurer etc. Samt för rörmokeriändamål.

Antimon och dess toxicitet har aktualiserats i det pågående arbetet med att hitta lämpliga bly-fria lod till industrin. Antimon i oxidform eller salt är toxiskt, Antimontrioxid som bl.a. används i brandskyddmedel är toxiskt vid blandningar $> 0.5 \text{ mg/m}^3$ luft.

Antimon skiljer sig ej märkbart ifrån andra metaller! Tenn (Sn), som är känd att vara en "säker" metall, är toxisk i alla former i organiska blandningar vid $0.1 \text{ mg} / \text{m}^3$ luft!! Och i oorganiska blandningar med ca $2 \text{ mg} / \text{m}^3$ luft.

För att vara på den säkra sidan så fasar man ut Antimontrioxid ifrån brandbekämpningsmedlen då det finns andra säkrare alternativ att välja bland.

Att man använder och vill fortsätta att använda Antimon beror på de fördelar man når med att blanda in detta material med ca 0.3 -0.5%. När man använder Sb i Tennlod så ökar utmattnings-egenskaperna hos produkten avsevärt!

I Tennlod så bildar Sb intermetalliska strukturer med andra material som Cu (koppar) och Ag (silver). Detta gör att den mekaniska styrkan i lodet ökar dramatiskt. Man har även fastslagit att efter tester att Antimon slöar ned och minskar tillväxten av inter-metalliska föreningar med Cu och andra grundmetaller när man skapar elektriska förbindningar.

Antimon har en positiv effekt på lodlegeringar rent generellt, att utmattnings-egenskaperna förbättras. Vanligen så är Antimon helt bundet i legeringen, kan ej frigöra sig ifrån den intermetalliska strukturen eller ur det "flytande" lodet.

Avslutningsvis så blir konklusionen den att Antimon (Sb) måste anses som säkert vid normal användning. Sb förbättrar generellt lodets egenskaper och kan ej läcka ut i vattenmiljö om lodet av någon anledning skulle lagras på fel sätt. Antimon ger ej ifrån sig några toxiska ämnen, gaser eller liknande vid temperaturer under $+650 \text{ }^\circ\text{C}$!

Några former av lod. "Preforms" – Lödbrickor.

Preform är en förstansad bricka av ett specifikt lod. Brickan är nästan alltid utformad för att passa i en viss applikation. Kunden utformar en ritning, (en specifikation) hur lödbrickan skall se ut, fyrkantig, ringar, ramar, rektangel, rund, med ev hål och slitsar etc.

Leverantören valsar ut legeringen vanligen till ett band, till en viss tjocklek och stansar sedan ut lödbrickorna, s.k. "preforms" i det stansverktyg som kunden ofta får betala en del av verktygs kostanden i. Kostnaden för ett sådant verktyg varierar, allt med hur avancerad lödbricka det rör sig om, mellan \$ 500.- 1500.- är inte ovanligt. Ibland har leverantören verktyg, då faller denna kostnad bort.

Fördelen med dessa "preforms" lödbrickor är: att man alltid får exakt samma mängd lod, hög repeterbarhet på tjocklek och lodspalt. Hög renhet och en snabb process.

Folie eller lödband.

Är precis som det låter, folie som större ark, i regel större än $10 \times 10 \text{ cm}$. Lödband: ett valsat band, vanligen 6,3, 12,5 eller 25 mm ($1/4$, $1/2$ eller 1") breda band på spole i längder om någon meter och uppåt. Från dessa band kan man själv klippa ut sina s.k. "preforms" (lödbrickor). Kanske ett lämpligt val om man önskar slippa dryga verktygskostnader i en liten produktion eller i uppstart av ett nytt projekt.

Kulor För BGA.

Finns i ett begränsat antal storlekar och metallegeringar. Här gäller i stort samma regler som för lödbrickor eller s.k. "preforms".

Lödtråd.

Vanligen levereras Sn62 respektive Sn63 – tråd med någon form av fluss i själva trådkärnan. Mängden fluss är vanligen ca 2 – 3 % i viktprocent. I stort sett alla de övriga legeringarna levereras alltid utan fluss. Detta p.g.a. att lod är en färskvara och det är ju viktigt att det lod man erhåller, håller hög kvalitet med så lite oxider som möjligt. Att lodet håller den högsta klassen, har rätt smältpunkt och bildar en så porfri fog som möjligt.

En annan anledning till detta är att det är stor omsättning på dessa lod och förhållandevis lätt att trycka in flusset under själva tråddragningen i dessa legeringar. I många In, Bi, Sb – lod är det i stort omöjligt att pressa in flussmedel under dragning av tråden, då den lätt går sönder, spricker etc.

Löd pasta.

Är en blandning av lod och flussmedel så att de tillsammans bildar en pasta. För att erhålla en smidig och mjuk pasta så använder man sig av en blåsprocess där själva lodet blåses till små kulor. Dessa kulor är i allmänhet mellan 200 till 400 mikrometer stora. Det färdiga pulvret sorteras så att en homogen pulverblandning erhålles som sedan blandas med lämpligt flussmedel för att bilda en pasta.

Flusset anpassas därefter till dosering, screentryckning eller stenciltryckning, med olika viskositet, metallinnehåll samt partikelstorlek (lodkulestorlek). Vid dosering så önskar man att pastan har en lägre viskositet runt ca 350.000 - 500.000 mPas och vid scren/stencil-tryckning betydligt högre, runt ca 900.000 – 1.200.000 mPas.

Shear thinning! – ”skjuvfriktionen” – i pasta.

En lödpasta innehåller en mängd partiklar ”kulor” av lod. När lodet bearbetas vid scren/stencil – tryckning (raklas fram o åter) så uppstår värme genom friktion i pastan. Värmen gör att viskositeten i pastan sjunker! Ju varmare – ju lägre viskositet! En pasta som har en visk på 1.200.000 mPas kan mycket väl sjunka < 900.000 mPas! Detta kan skapa stora problem i en produktion. Olika metaller, olika pastor, olika fluss – ger olika resultat. Det gäller alltså att välja pasta med så liten skjuvfriktion som möjligt. (liten ”shear thinning”).

Exempelvis så kan en pasta med hög skjuvfriktion vara bra att trycka när den är kall, efter en stunds användande börjar den att flyta för mycket och rulla för lätt i stencilen. Efter ytterligare en stund flyter den för mycket och ger ett dåligt stenciltryck.

Det är viktigt att ny pasta installeras rätt i den utrustning som skall användas. Alla pastor är olika och man kan ej anta att den nya pastan från ny leverantör kommer att fungera bara för att den gamla gjorde det. Många gånger får man pröva sig fram med olika viskositeter innan man hittar rätt.

När det gäller pasta för dosering så har detta mindre betydelse. Däremot så har viskositeten och själva kulstorleken betydelse. Att försöka tryckdispensera en pasta avsedd för screen/stenciltryck brukar misslyckas eller ge dåligt resultat. Här bör viskositeten ligga runt 350.000 till 450.000 mPas. För hög viskositet brukar klogga igen nålen, ge ojämnt doserresultat och i vissa fall separation mellan lod och ingående flussmedel.

Tackor.

Lod går att köpa i en mängd olika former. En gammal och välbeprövad form är i olika stora tackor. Dessa lämpar sig dock endast i de fall då lodet används i våglödare, tenngröta eller annat bad.

Lödutrustningar:

Här finns en mängd olika maskiner och utrustningar att välja bland, allt beror ju på vad är det Du skall löda? Vilka temperaturer? max temperaturlåghet? hur stora är detaljerna? noggrannhet? med eller utan flussmedel? i inert atmosfär? i vakuum? steglödning?

Vakuum lödning:	Mycket kontrollerad lödning i vakuum och skyddsgas.
”Conduction”-lödning:	Profil lödning med direkt värme och skyddsgas, (Sikama)
Konvektions ugn:	Profil lödning med strålningsvärme. ”SMT”
Box ugn:	Batch lödning.
IR-lödning:	Strålnings lödning.
Ångzon lödning:	Normalt lödning i 215 - 225 C i en förångningszon.
Våg-lödning:	Kontakt lödning där objektet passerar över en lodvåg.
Värmeplatta:	Direkt lödning, batch lödning.
Vvarmluftpistol:	Strålnings lödning.
Lödkolv ”smält”:	Handarbete, reparation.

Arbetsmiljö – Hälsa och säkerhet.

Lod och flussmedel är metaller och kemikalier som skall hanteras varsamt och med försiktighet med hänsyn till vad dess farlighet. Många metaller kan vara skadliga på människa, djur och natur. Flussmedel innehåller i många fall lösningsmedel som kan vara skadliga och ge upphov till skada.

Det är viktigt att Du läser varuinformationsblad och skyddar Dig på rätt sätt när Du skall hantera dessa i produktion eller på labbet. Begär in denna information från Din leverantör och skydda Dig på rätt sätt.

Avslutningsvis.

Det som att det är svårt att bestämma vad som är ett bra lod, allt beror ju på vid vilka temperaturer det skall verka i. Att välja lod är en kompromiss mellan styrka, tillförlitlighet och kompabilitet med bäraren och övriga komponenter. Den första man bör titta på är lodets smälttemperatur och smältintervall, därefter kan man sälla ut tänkbara kandidater. När detta är gjort kan man börja titta på de egenskaper man önskar att lodet skall ha i fogen.

Blylod används i elektronik idag, dock går gränsen för detta lod strax under 190°C.

Utvecklingen av blyfria lod är ett område som det satsas mycket på. År 2020 får bly inte användas i lod. Värt att notera är att med mindre bly (Pb) i lodet så ökar i detta flesta fall smält temperaturen, i varje fall för de lod som har hyfsat goda mekaniska egenskaper.

Bly kan delvis ersättas av Bi, In o i vissa fall med mindre delar Sb. Dock kommer man ej att erhålla blyets ”goda” mjukgörande egenskaper. De nya blyfria loden ger i allmänhet en hårdare fog med sämre utmattningsegenskaper.

Avslutningsvis kan man konstatera att det finns en mängd olika lod och metaller och det är inte precis lätt att fastställa vilket som passar bäst i en viss applikation. Många parametrar styr och trots att lod har varit känt i över 5000 år så har vi ännu ej lärt oss att fullt bemästra denna ädla fogkonst.

Några viktiga frågor i samband med lodval:

Är detta en ny applikation?.. JA..... NEJ.....

Om nej, vad använder Ni idag?.....

Varför vill Ni förändra fogningen:.....
.....

Vilka ytor skall lödas ?.....

Är de pläterade / ytbehandlande, med vad, hur tjockt:.....
.....

Vilken arbetstemperatur skall fogen klara:.....

Vilken typ / form av lod efterfrågas:.....

Vilken typ / form av fluss efterfrågas:.....

Hur kommer lödningen att gå till:.....

I vakuumugn? IR-lödning? Lödkolv ? I skyddsgas ? etc.

Flussfritt?.....

Använder Ni myrsyra?.....

Om vakuumlödning – Om In-baserat lod – vilken tvättprocess har ni:.....
.....

Plasma tvätt?..... Corona tvätt:..... Mek tvätt:.....

Om pasta, skall den Tryckdoseras?.....Screentryckas?.....Stenciltryckas?.....

Blyfritt.?.....

Vilka lodutrustningar finns?.....

Har Ni erfarenhet av lödning.?.....

Vill Du veta mer om lod? - begär information ifrån oss.

Några ord på vägen....

Liten ordlista:

Alloy	-	Legering, metallblandning.
Braze	-	Hårdlöda.
CTE	-	Termisk utvidgnings koefficient.
Diffusion	-	Diffundera, blanda sig med.
Etching	-	Etsa, "korrodera".
Eutectic	-	Skarp smältpunkt. "samma smält / stelning frys temperatur".
Fusible alloy	-	Vismutlegeringar som innehåller Sn, Pb, Cd, Ga eller In. "säkringar"
Flux	-	Flussmedel, "vätmedel".
Kovar	-	Lödbart material av järn / kobolt och Nickel,
Leaching	-	Diffusion av Au eller andra metaller.
Liquidus	-	Flytande. "flow point" då ett lod helt flyter.
Malleability	-	"Plasticitet", Hur materialet kan fysiskt förändras.
Melting point	-	Smält temperatur.
Plastic range	-	Plastiskt område, (lodets egenskaper mellan flytande och fast form)
Preform	-	Förstansad lodlegering, lodbricka.
Residue	-	"Flussrest" eller förorening.
Solidus	-	Den temp då ett ej eutektiskt lod börjar att smälta.
Scavenging	-	Effekt av att smält lod attackerat en yta.
Solders	-	Alla metaller / legeringar som smälter under +450°C.
Step soldering	-	Steglödning. Vanligen 2-steglödning vid ca +230 och +150 °C.
Thermal Fatigue	-	Termisk utmattning.
Wetting	-	Vätning.

COPYRIGHT @ 2013 Tomas Gawalewicz.

Mail: info@galindberg.se

Hemsida: www.galindberg.se

Bra hemsida om Du vill veta mer om lod: www.aimsolder.com

Ref: MJLT 200 Dec 2013 rev D