 <p style="text-align: center;">POLITECHNIKA LUBELSKA WYDZIAŁ MECHANICZNY KATEDRA INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ</p>	<p>Laboratorium Inżynierii Materiałowej ĆWICZENIE Nr 9</p>
<p>Akceptował: Kierownik Katedry prof. dr hab. B. Surowska</p>	<p>Opracował: dr inż. Sławomir Szewczyk</p>

- I. Temat ćwiczenia: **Struktury i właściwości stopów metali nieżelaznych.**
- II. Cel ćwiczenia: Przeprowadzenie identyfikacji struktury stopów metali nieżelaznych na podstawie obserwacji mikroskopowych, poszukiwanie zależności między budową strukturalną a właściwościami stopów.
- III. Ważniejsze pytania kontrolne:
1. Klasyfikacja i sposób oznaczania stopów metali nieżelaznych
 2. Stopy aluminium: główne składniki stopowe, struktura, właściwości, zastosowania
 3. Stopy magnezu: główne składniki stopowe, struktura, właściwości, zastosowania
 4. Mosiądze: skład, budowa strukturalna, właściwości, zastosowania
 5. Brązy: skład, budowa strukturalna, właściwości, zastosowania
 6. Miedzionikle: skład, budowa strukturalna, właściwości, zastosowania
 7. Stopy łożyskowe: główne składniki stopowe, struktura, właściwości, zastosowania
 8. Stopy tytanu: główne składniki stopowe, struktura, właściwości, zastosowania
 9. Stopy kobaltu: główne składniki stopowe, struktura, właściwości, zastosowania
 10. Stopy z pamięcią kształtu.
- IV. Literatura:
1. Przybyłowicz K.: Metaloznawstwo. WNT, Warszawa 2007.
 2. Blicharski M.: Wstęp do inżynierii materiałowej. WNT, Warszawa 2003.
 3. Praca zbior. pod red. A. Werońskiego: Ćwiczenia laboratoryjne z inżynierii materiałowej. Wyd. Politechniki Lubelskiej, Lublin 2002.
 4. Dobrzański L. A.: Podstawy nauki o materiałach i metaloznawstwo, materiały inżynierskie z podstawami projektowania materiałowego. WNT, Warszawa 2002.
 5. Surowska B., Weroński A.: Struktura i właściwości biomateriałów. Wyd. Politechniki Lubelskiej, Lublin 1990.
 6. Surowska B.: Kształtowanie składu chemicznego i struktury stopów Co-Cr-Ni-Mo jako biomateriałów. Wyd. Politechniki Lubelskiej, Lublin 1997.

V. Przebieg ćwiczenia:

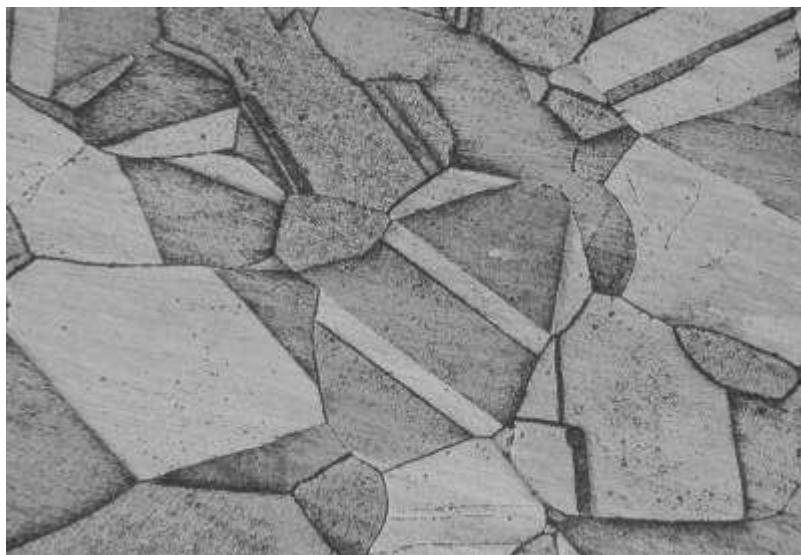
1. Materiały i urządzenia do badań
 - 1.1. Komplet zglądów metalograficznych stopów metali nieżelaznych
 - 1.2. Mikroskop metalograficzny
 - 1.3. Atlas struktur
 - 1.4. Instrukcja obsługi mikroskopu.
2. Przebieg badań

Przed rozpoczęciem ćwiczenia student obowiązkowo **zapoznaje się z zaleceniami instrukcji BHP**. Prowadzący zajęcia sprawdza opanowanie wiadomości podanych w instrukcji BHP i znajomość problematyki badawczej. Po dopuszczeniu do wykonania ćwiczenia należy wykonać następujące czynności:

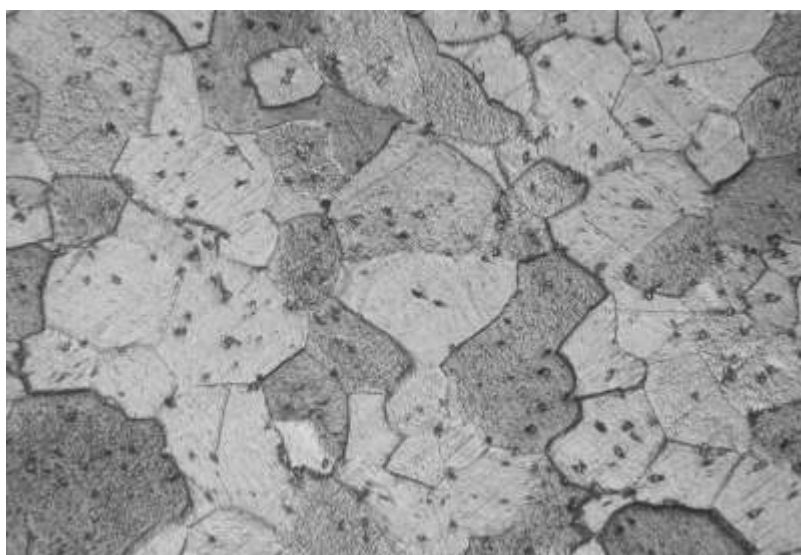
 - 2.1. Włączyć oświetlenie mikroskopu i sprawdzić jego działanie. Dobrać odpowiednie powiększenia
 - 2.2. Dokonać przeglądu struktur wszystkich zglądów metalograficznych znajdujących się w komplecie i przeprowadzić ich identyfikację na podstawie atlasu struktur
 - 2.3. Scharakteryzować budowę strukturalną i właściwości stopów stosowanych na implanty chirurgiczne
 - 2.4. Zamieścić w sprawozdaniu mikrostruktury stopów metali nieżelaznych wskazane przez prowadzącego zajęcia.
3. Opracowanie sprawozdania

Sprawozdanie z przeprowadzonych badań powinno zawierać:

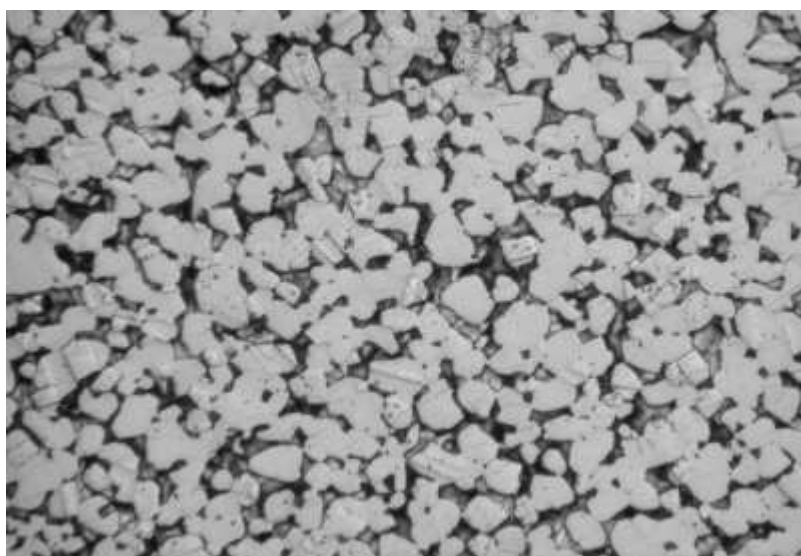
 - 3.1. Cel badań, przedmiot badań, spis literatury
 - 3.2. Sposób przygotowania próbek
 - 3.3. Odczynniki do trawienia
 - 3.4. Typ mikroskopu metalograficznego, rodzaj oświetlenia
 - 3.5. Dobór powiększeń, powiększenie użyteczne
 - 3.6. Rysunki obserwowanych mikrostruktur i ich opis
 - 3.7. Wnioski dotyczące związków między budową strukturalną a właściwościami stopów metali nieżelaznych.
4. Materiały uzupełniające
 - 4.1. Atlas mikrostruktur stopów metali nieżelaznych (rys. 9.1÷ 9.27)
 - 4.2. Wzór protokołu badań mikroskopowych.



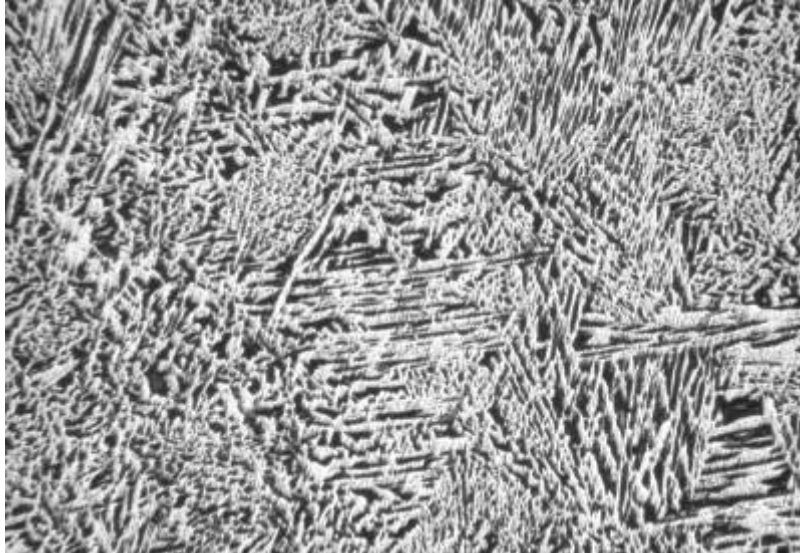
Rys. 9.1.
Struktura miedzi elek-
trotechnicznej M1E,
znak Cu 99,9 E, po
obróbce plastycznej
i wyżarzaniu. Widocz-
ne bliźniaki wyżarza-
nia.
Trawiono roztworem
 FeCl_3 . Pow. 150x



Rys. 9.2.
Struktura mosiądzu
ołowiowego MO58,
znak CuZn40Pb2,
przesycanego z tempe-
ratury 860°C . Widocz-
ne ziarna fazy β
z drobnymi wydziele-
niami fazy α .
Trawiono roztworem
 FeCl_3 . Pow. 150x



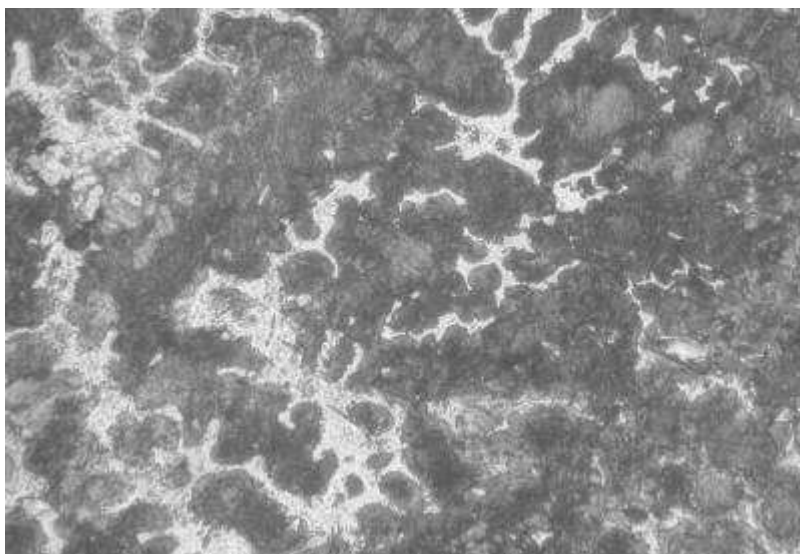
Rys. 9.3.
Struktura mosiądzu
ołowiowego MO59,
znak CuZn39Pb2.
Dwufazowa budowa
stopu ($\alpha+\beta$) i drobne
wydzielenia ołowiu.
Trawiono roztworem
 FeCl_3 . Pow. 300x



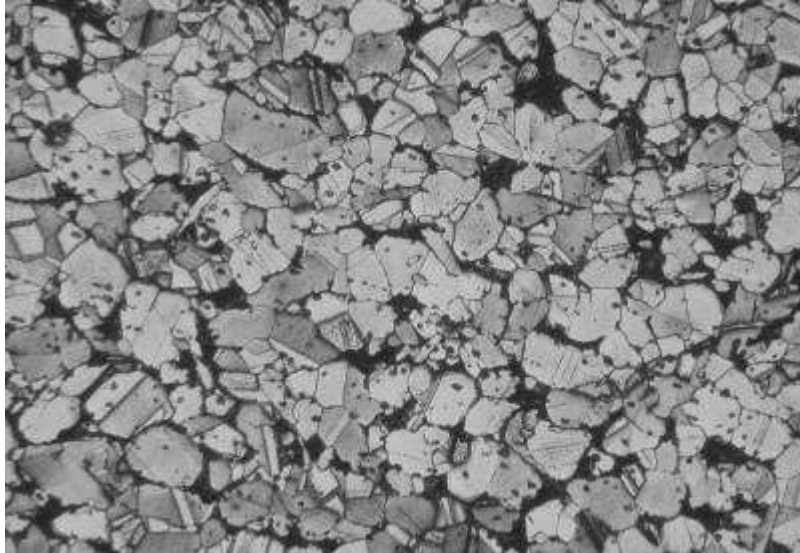
Rys. 9.4.
Struktura mosiądzu
M63, znak CuZn37.
Widoczna dwufazowa
struktura stopu. Ciem-
ne wydzielenia fazy β ,
jasne α .
Trawiono roztworem
 FeCl_3 . Pow. 150x



Rys. 9.5.
Brąz cynowo-cynkowy
B43, znak CuSn4Zn3,
po obróbce plastycznej.
Widoczne kryształy fa-
zy α z bliźniakami.
Trawiono roztworem
 FeCl_3 . Pow. 150x



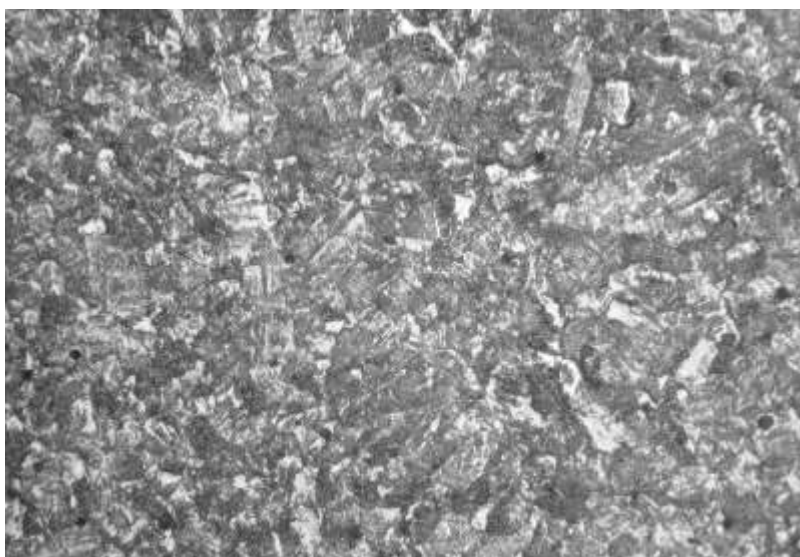
Rys. 9.6.
Struktura brązu B 101,
znak CuSn10P. Jasne
obszary fazy α na tle
eutektoidu ($\alpha+\delta$) z wy-
dzieleniami fazy Cu_3P .
Trawiono roztworem
 FeCl_3 . Pow. 300x



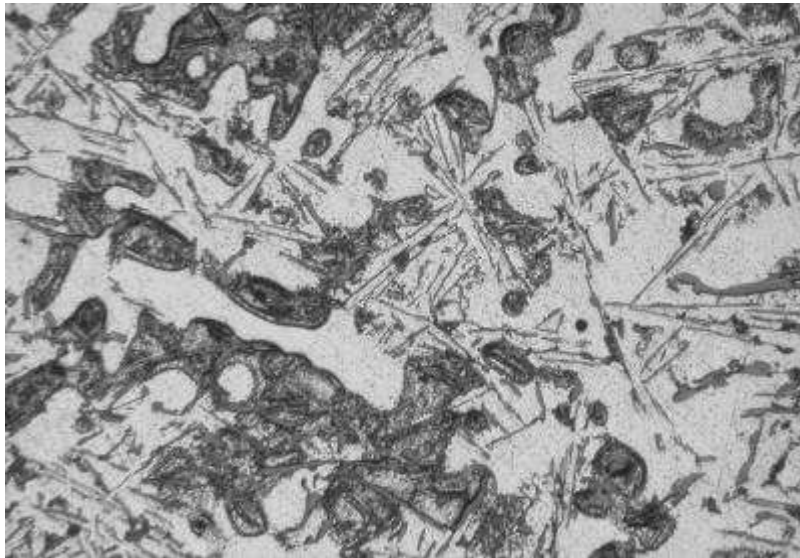
Rys. 9.7.
Brąz aluminiowo-
żelazowy BA 93, znak
CuAl19Fe3. Jasne
kryształy roztworu sta-
łego α , ciemne pola eu-
tektoidu ($\alpha+\gamma_2$) oraz
drobne wydzielienia fazy
żelazowej.
Trawiono roztworem
FeCl₃. Pow. 150x



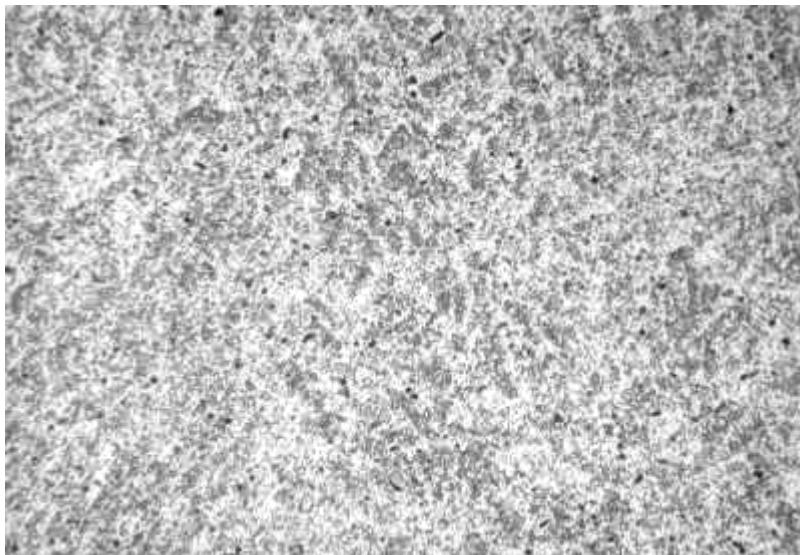
Rys. 9.8.
Brąz aluminiowo-
żelazowo-manganowy
BA1032, znak
CuAl10Fe3Mn2.
Jasne kryształy roztwo-
ru stałego α , ciemne po-
la eutektoidu ($\alpha+\gamma_2$)
oraz drobne wydzielienia
fazy żelazowej.
Trawiono roztworem
FeCl₃. Pow. 150x



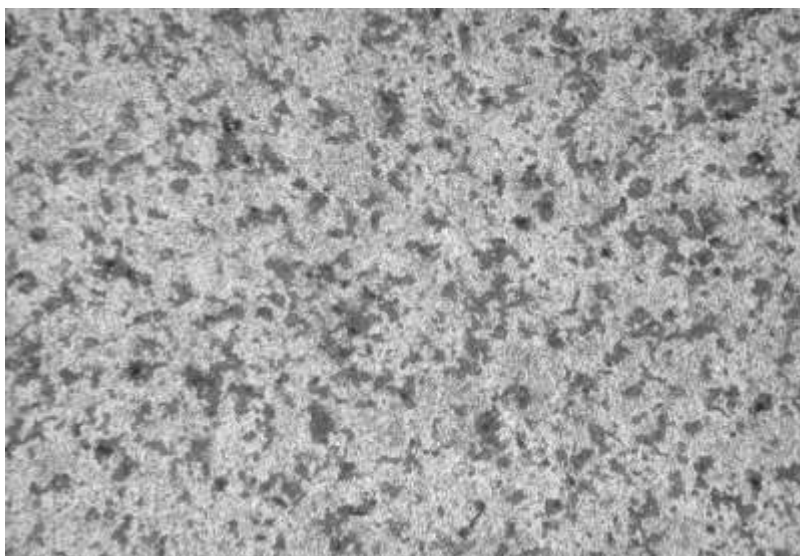
Rys. 9.9.
Brąz krzemowy BK31,
znak CuSi3Mn1. Jasne
pola roztworu stałego α
i ciemne wydzielienia
fazy γ .
Trawiono roztworem
FeCl₃. Pow. 300x



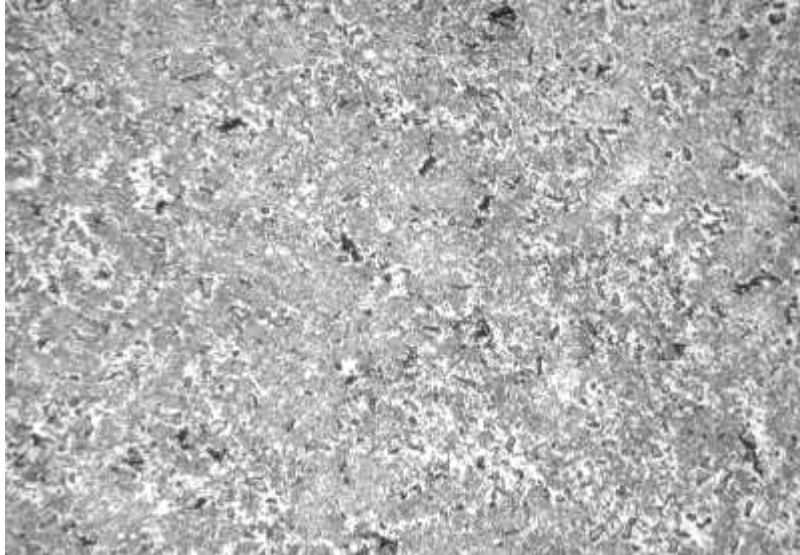
Rys. 9.10.
Struktura siluminu
AK11, znak AlSi11, bez
modyfikacji. Jasne ob-
szary fazy α i eutektyka
($\alpha + \text{Si}$).
Trawiono 1% roztworem
HF. Pow. 150x



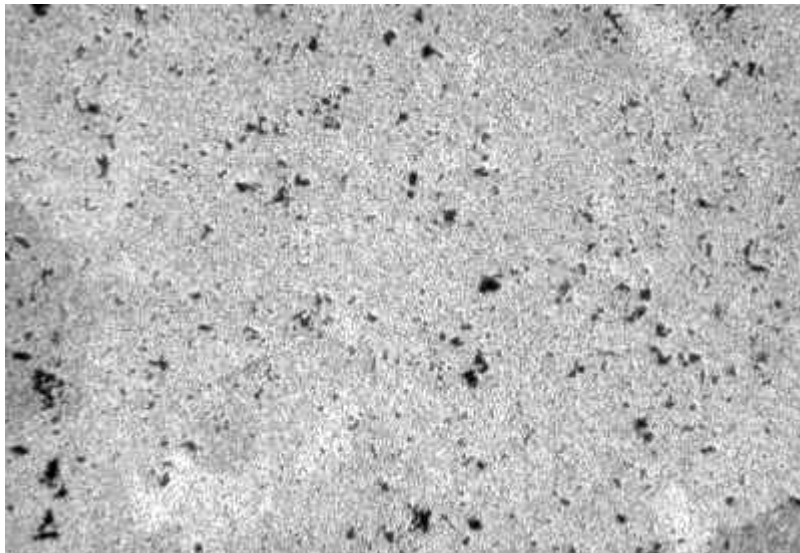
Rys. 9.11.
Struktura stopu alumi-
nium PA1, znak AlMn1
w stanie wyżarzonym.
Wydzielenia fazy mię-
dzymetalicznej Al_6Mn
w roztworze stałym α .
Trawiono 1% roztworem
HF. Pow. 300x



Rys. 9.12.
Struktura stopu PA4,
znak AlMg1Si1Mn
w stanie wyżarzonym.
Wydzielenia faz mię-
dzymetalicznych Mg_2Si
oraz Al_6Mn w roztworze
stałym α .
Trawiono 1% roztworem
HF. Pow. 300x



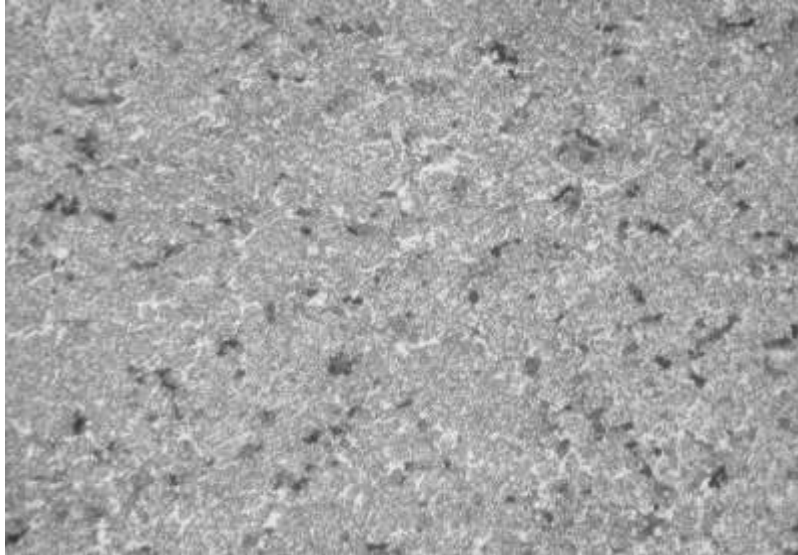
Rys. 9.13.
Struktura stopu aluminium PA6, znak AlCu4MgMn . Wydzielenia faz międzymetalicznych CuAl_2 , Al_6Mn oraz Al_3Mg_2 .
Trawiono 1% roztworem HF. Pow. 300x



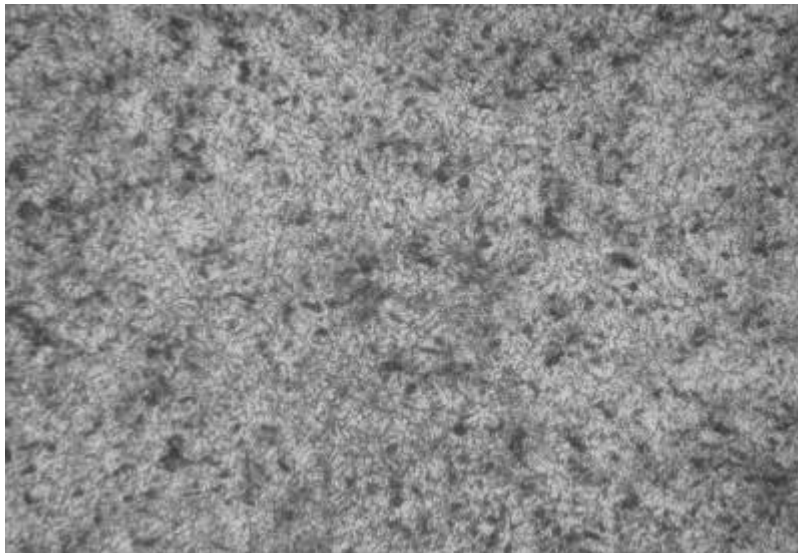
Rys. 9.14.
Struktura stopu aluminium PA7, znak AlCu4Mg2Mn , po utwardzaniu wydzieleniowym. Wydzielenia fazy CuAl_2 i drobne wydzielenia Al_6Mn oraz Al_3Mg_2 w roztworze stałym α .
Trawiono 1% roztworem HF. Pow. 300x



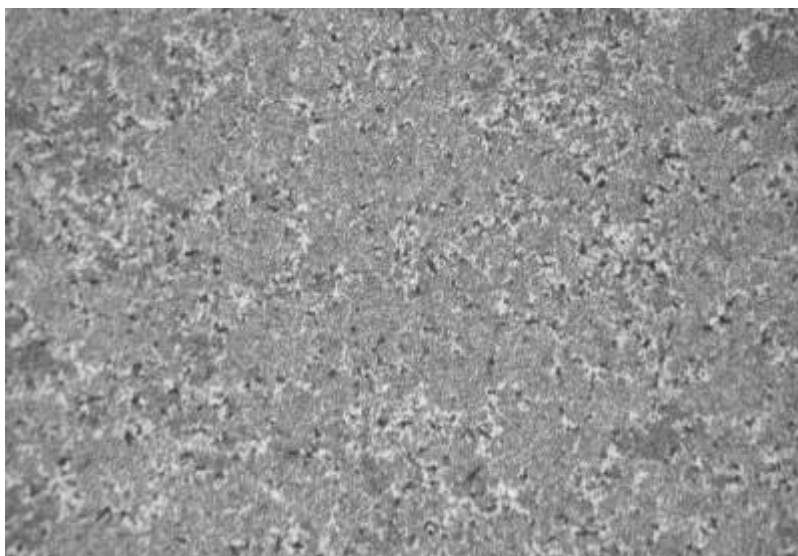
Rys. 9.15.
Struktura stopu aluminium PA10, znak AlSi1MgCu , po utwardzaniu wydzieleniowym. Wydzielenia fazy CuAl_2 i Mg_2Si w roztworze stałym α .
Trawiono 1% roztworem HF. Pow. 300x



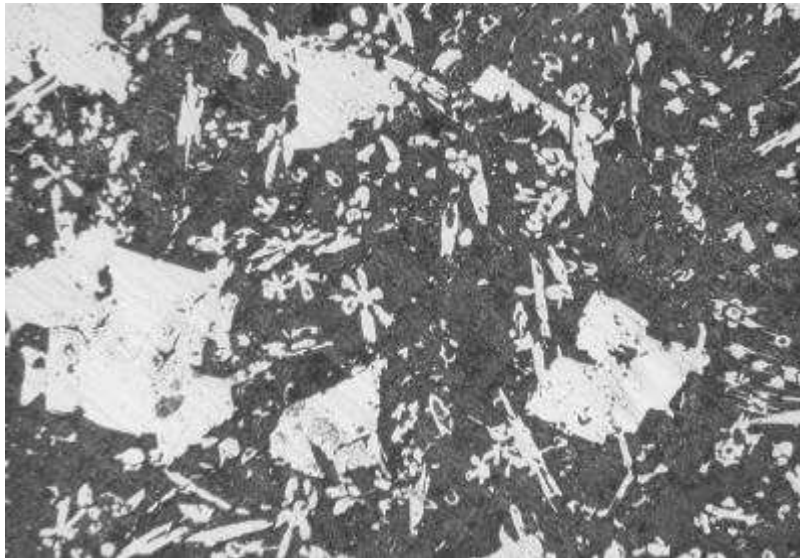
Rys. 9.16.
Struktura stopu aluminium PA20, znak AlMg5Mn, umocnionego przez obróbkę plastyczną na zimno. Wydzielenia fazy Al_3Mg_2 na tle drobnych wydzieleni Al_6Mn w roztworze stałym α . Trawiono 1% roztworem HF. Pow. 300x



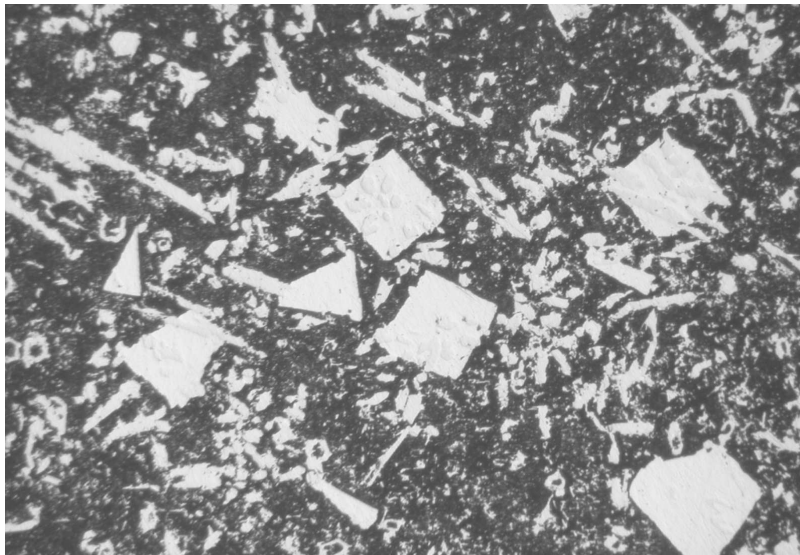
Rys. 9.17.
Struktura stopu aluminium PA29, znak AlCu2Mg1Ni1Fe1Si. Wydzielenia związków Al_2Cu , Al_3Mg_2 , Mg_2Si , $\text{Al}_5\text{Cu}_2\text{Mg}_2$ na jasnym tle roztworu stałego bogatego w aluminium. Trawiono 1% roztworem HF. Pow. 300x



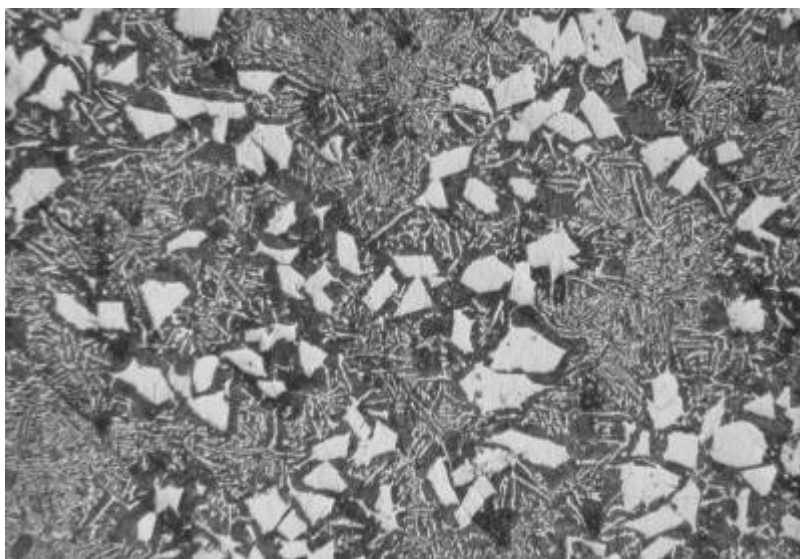
Rys. 9.18.
Struktura stopu aluminium PA31, znak AlCu2SiMgMn. Wydzielenia faz Al_2Cu , Mg_2Si , Al_6Mn w roztworze stałym α . Trawiono 1% roztworem HF. Pow. 300x



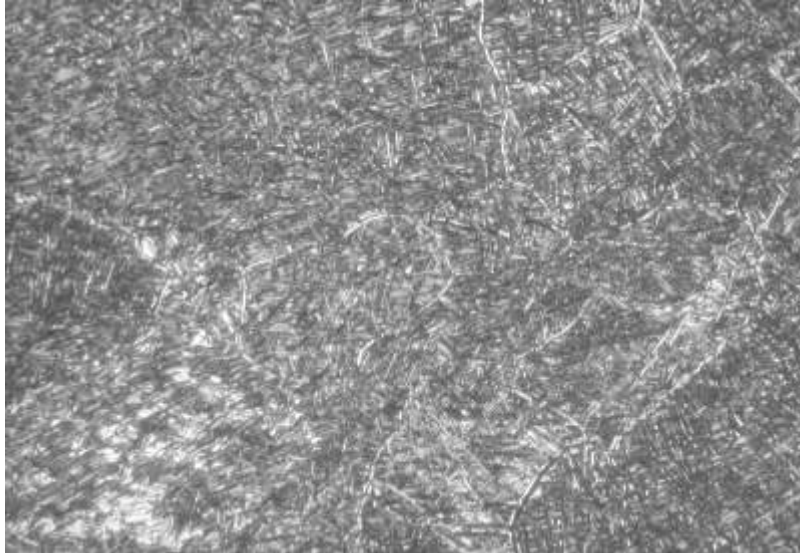
Rys. 9.19.
Babbitt cynowy Ł83,
znak SnSb11Cu6 wolno
chłodzony. Jasne, twarde
kryształy Sn_3Sb_2
w postaci sześciątów
oraz kryształy Cu_6Sn_5
w postaci gałązek i igieł
na tle roztworu stałego
antymonu i miedzi
w cynie.
Trawino 3% nitalem.
Pow. 150x



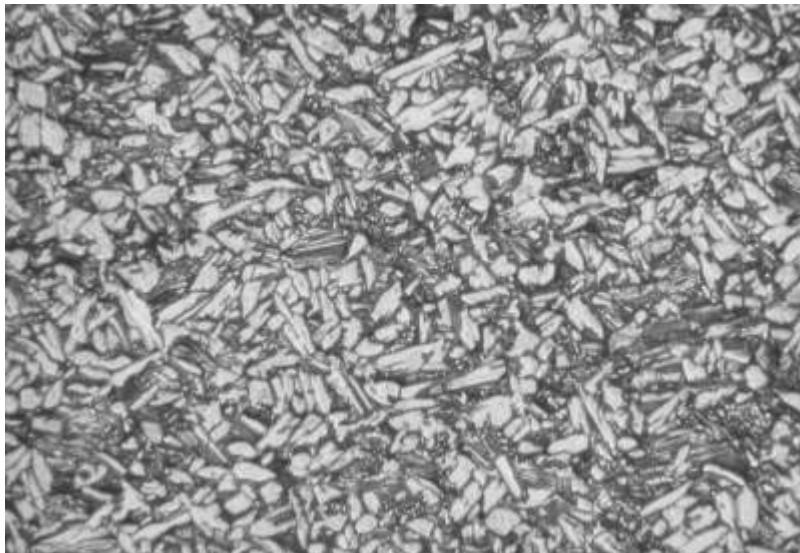
Rys. 9.20.
Struktura babbitu cyno-
wego Ł83, znak
SnSb11Cu6. Jasne,
twarde kryształy Sn_3Sb_2
w postaci sześciątów
oraz kryształy Cu_6Sn_5
w postaci igieł i drob-
nych wydzielań na tle
roztworu stałego anty-
monu i miedzi w cynie.
Trawiono 3% nitalem.
Pow. 150x



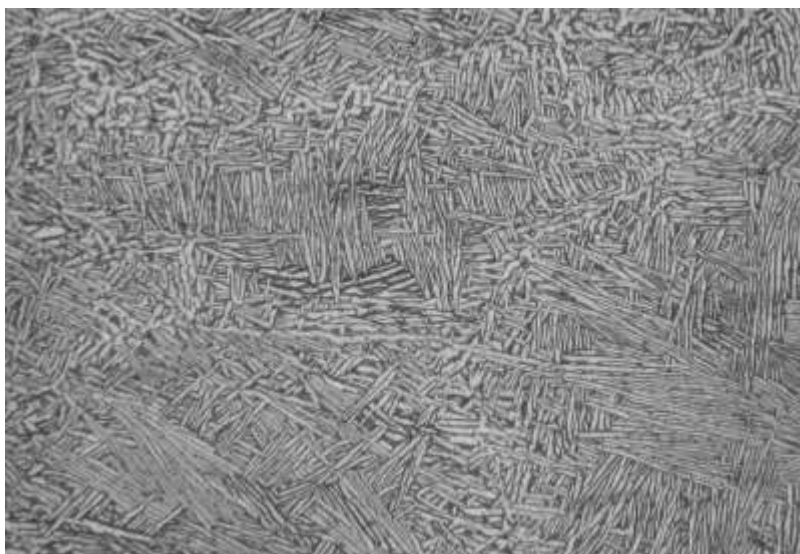
Rys. 9.21.
Struktura babbitu ołowio-
wego Ł16, znak
PbSn16Sb16Cu2, szybko
studzonego. Jasne, twar-
de kryształy Sn_3Sb_2
w postaci sześciątów
oraz kryształy Cu_2Sb
w postaci igieł na tle roz-
tworu stałego antymonu
i cyny w ołowiu.
Trawiono 3% nitalem.
Pow. 150x



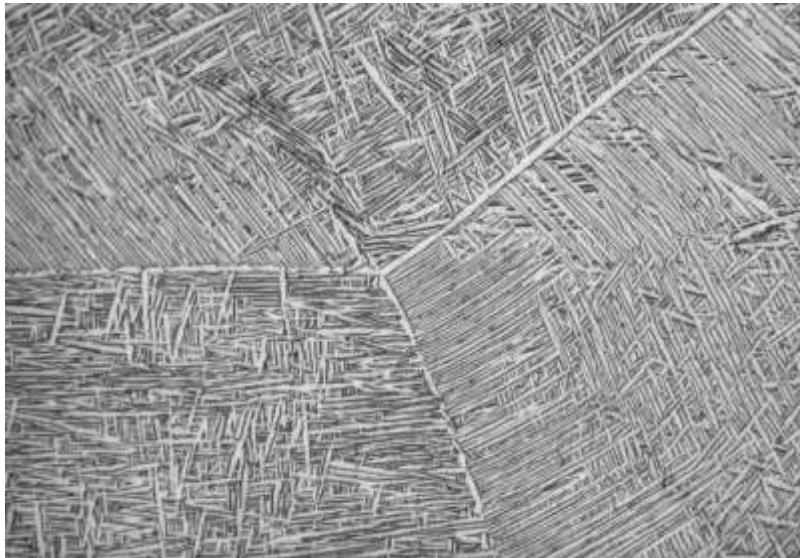
Rys. 9.22.
Struktura stopu tytanu
WT 2-2 (o zawartości
Al=5%, Sn=2,5%) po
przesycaniu i starzeniu.
Iglasta budowa fazy α'
wewnątrz kryształów
pierwotnej fazy β .
Trawiono HF+HNO₃.
Pow. 300x



Rys. 9.23.
Struktura stopu tytanu
WT 3-3 (Al=5%,
Mo=3%, Cr=2%,
Si=0,2%). Płytkowa
struktura stopu dwufa-
zowego ($\alpha+\beta$) złożona
z mieszaniny roztworu
stałego α i roztworu sta-
łego β .
Trawiono HF+HNO₃.
Pow. 300x



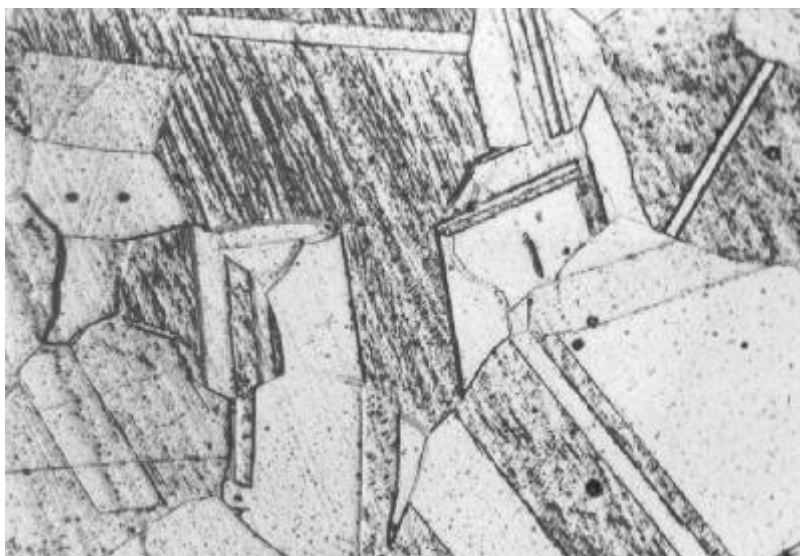
Rys. 9.24.
Struktura stopu tytanu
WT3-1 (Al=6%
Mo=2,5%, Cr=2,5%).
Iglasta struktura stopu
dwufazowego ($\alpha+\beta$) po
homogenizacji.
Trawiono HF+HNO₃.
Pow. 300x



Rys. 9.25.
Struktura odlewniczego stopu tytanu OT4 o zawartości 4,5% Al. Iglasta struktura stopu dwufazowego ($\alpha+\beta$) po homogenizacji.
Trawiono HF+HNO₃.
Pow. 300x



Rys. 9.26.
Stop kobaltu Co-19Ni-20Cr-Nb (patent 150 030, Politechnika Lubelska) na implanty chirurgiczne. Stan po kuciu na gorąco. Osnowa stopu jednofazowa, roztwór β -Co. Ziarna osnowy z bliźniakami. Traw. wodą królewską (3 cz. HCl+1cz. HNO₃).
Pow. 375x



Rys. 9.27.
Stop kobaltu Co-10Ni-20Cr-Ti (patent 150 027, Politechnika Lubelska) na implanty chirurgiczne. Stan po przesycaniu 1373K/2h/ woda. Osnowa stopu dwufazowa, roztwór β -Co + α -Co. Ziarna osnowy z bliźniakami. Traw. wodą królewską (3 cz. HCl+1cz. HNO₃).
Pow. 375x