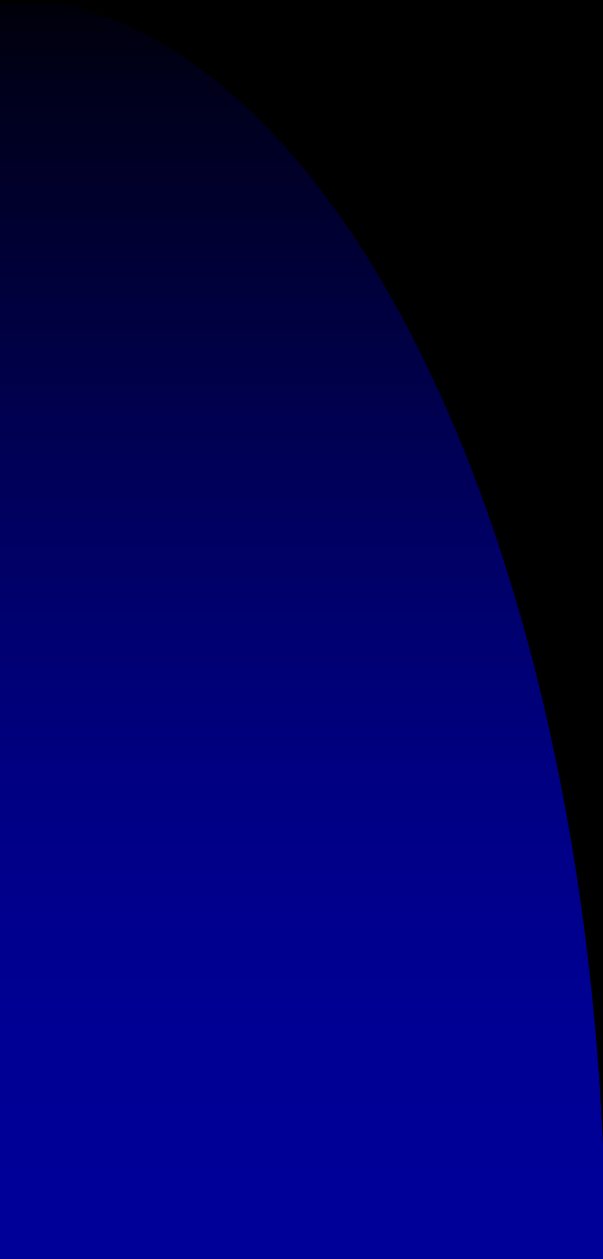




Wytwarzanie monokryształów

Monokryształy

Pojedyncze kryształy o jednolitej sieci krystalicznej. Powstają w procesie krystalizacji z substancji ciekłych, gazowych i stałych, w określonych temperaturach oraz pod odpowiednimi ciśnieniami.

Cele krystalizacji

- Minimalne stężenie defektów i domieszek
- Równomierne rozmieszczenie domieszek
- Określona wartościowość
- Założona koordynacja w sieci

Niezbędne warunki

- Szczególna czystość odczynników
- Ciśnienie rzędu 10^{-6} - 10^{-7} Tr
- ściśle utrzymywanie stałości temperatury (dokł. 0.1°C i więcej)

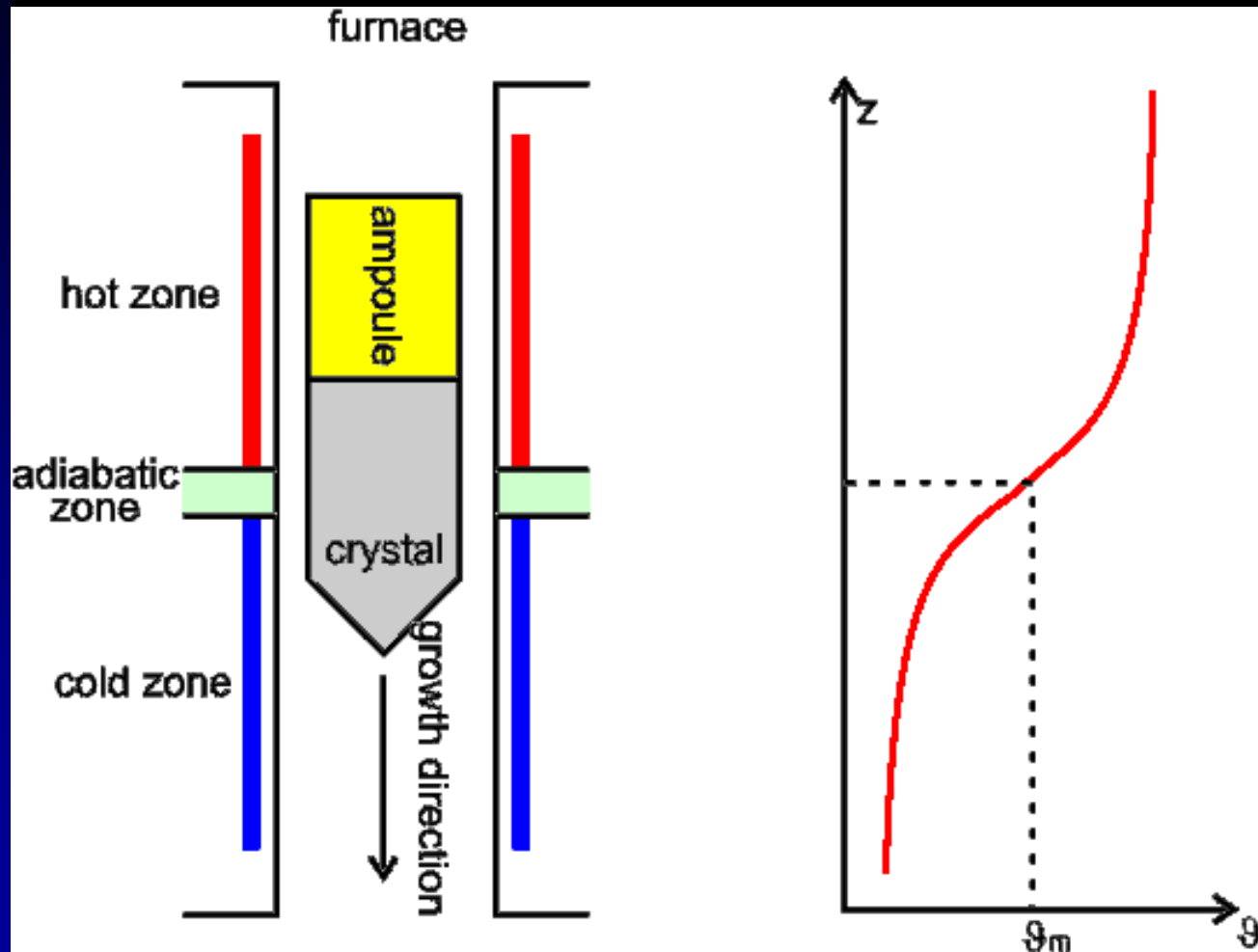
Hodowanie

- Z masy stopionej
- z roztworu
- z fazy gazowej
- z fazy stałej (tzw. rekrytalizacja)

Hodowanie z masy stopionej

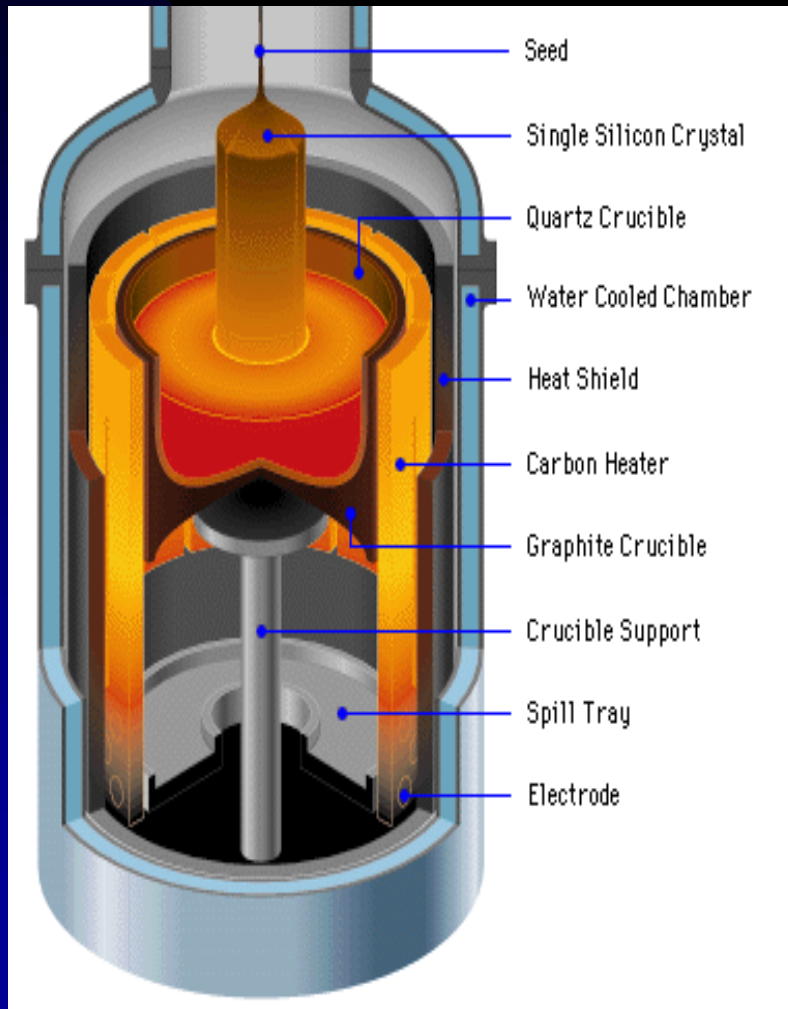
- Bridgmana-Stockbargera
- Czochralskiego
- VerneUILa

Metoda Bridgmana-Stockbargera

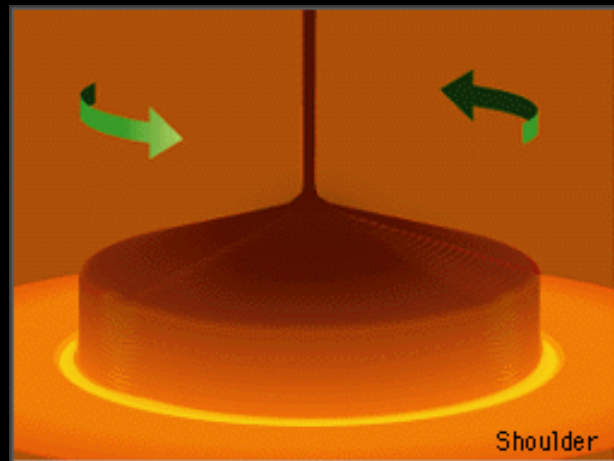
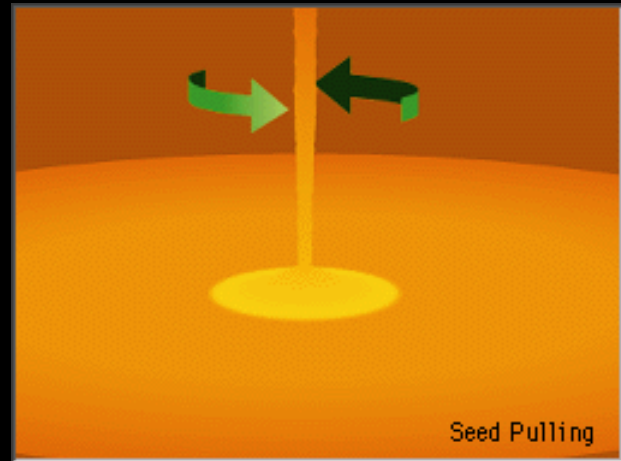
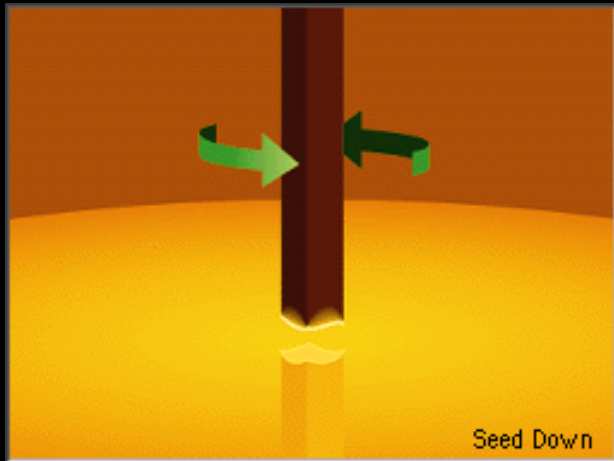




Metoda Czochralskiego



- Tzw. Metoda wyciągania
- szybkość wzrostu kryształu wynosi 1-40mm/h
- podstawowa metoda otrzymywania monokryształów półprzewodnikowych (Si, Ge)









**SILICON SINGLE
CRYSTAL BOULE**
(CZOCHEKRALSKI TECHNIQUE)
courtesy of
OAK RIDGE NATIONAL LABORATORY



**GERMANIUM SINGLE
CRYSTAL**
(CZOCHERALSKI TECHNIQUE)

courtesy of
OAK RIDGE NATIONAL LABORATORY



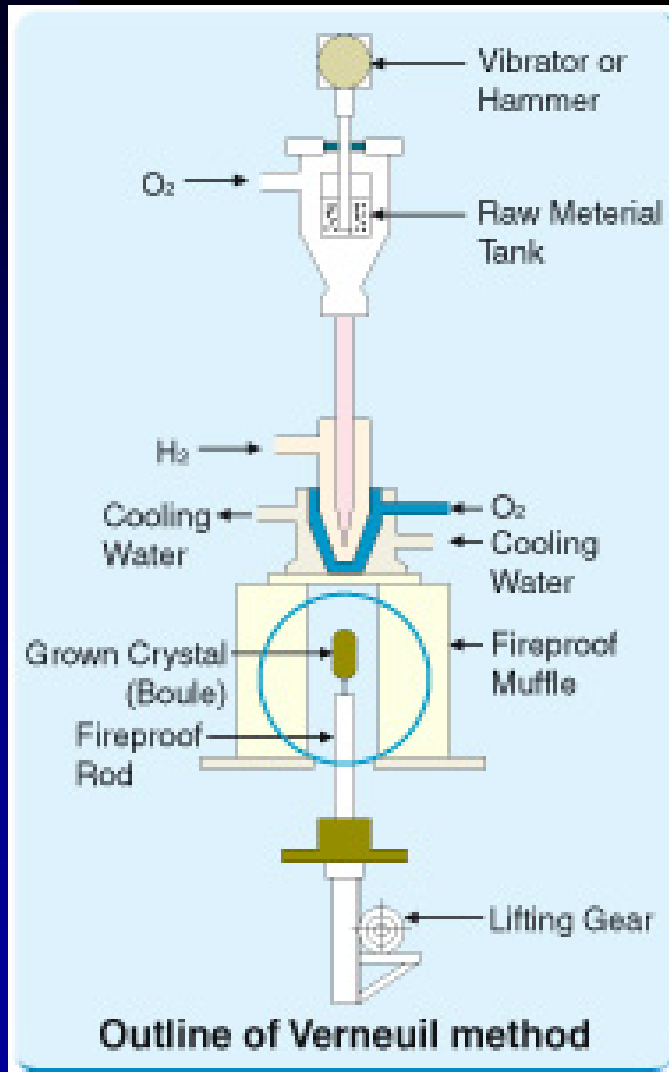
Al_2O_3 PURE SAPPHIRE
(CZOCHELSKI GROWN)

courtesy of
OAK RIDGE NATIONAL LABORATORY

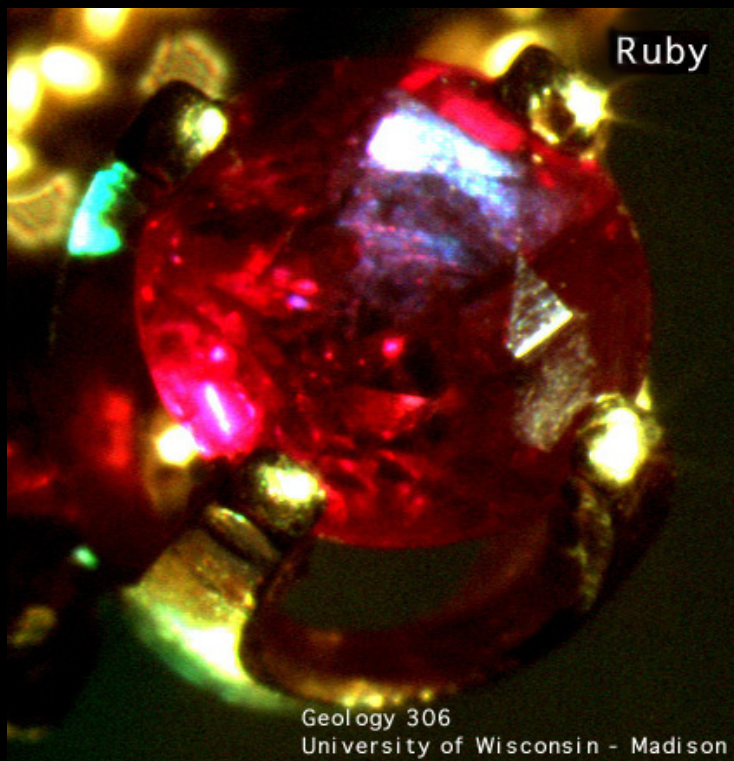
Q
B
... providing the material
... provided them
... by phone to: (615) 576-1331
... ALABORATORY
... TN 37831



Metoda Verneuila



- metoda beztyglowa
- ziarna substancji (2-100 μ m)
- płomień tlenowo-wodorowy 2800°C
- pręt żaroodporny obniża się (10-15mm/h)
- uzyskujemy monokryształy substancji trudno topliwych (np. rubin, szafir)



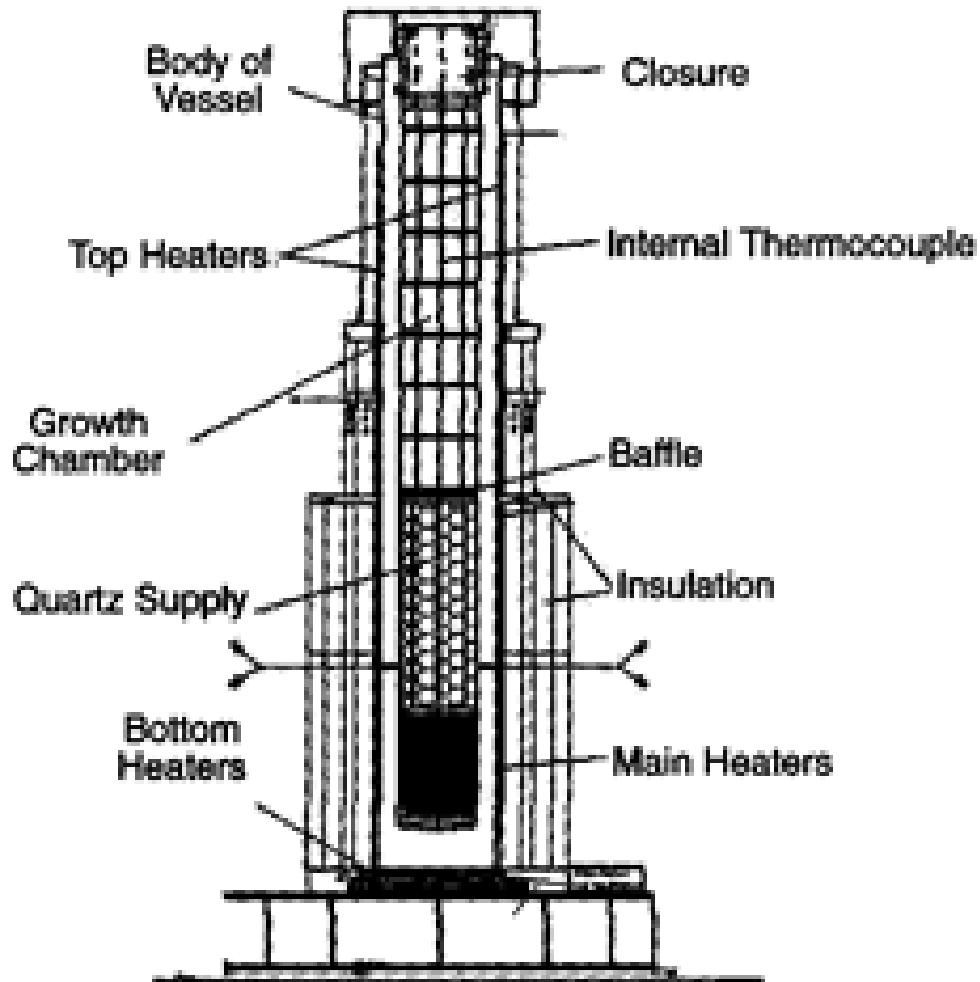
Hodowanie z roztworu

- Metoda niskotemperaturowa
(rozpuszczalniki - woda, alkohole, kwasy)
- Metoda wysokotemperaturowa
(rozpuszczalniki - sole stopione)
- Metoda syntezy hydrotermalnej

Metoda syntezy hydrotermalnej



- Proces wymaga wysokich ciśnień
- zależność rozpuszczalności od ciśnienia
- otrzymywanie kryształów kwarcu na skalę przemysłową



- Silnie nagrzana dolna część autoklawu
- wędrówka nasyconego roztworu ku górze
- materiał osadza się na zarodku
- powrót roztworu na dno



MATERIALS

PHYSICS

These are in this display
samples that are used in
research equipment that is
part of the 'Silicon Age'.
The modern revolution
in computing - leading to what
is becoming known as 'The Silicon Age'.



Hodowanie z fazy gazowej

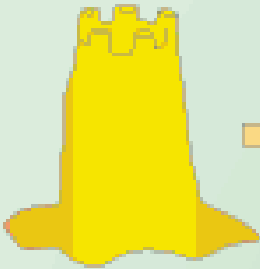
- odparowanie w gazie(najczęściej obojętnym)
- osadzanie produktów reakcji chemicznej na powierzchni monokryształu lub przeprowadzanie reakcji na jego powierzchni
- otrzymuje się zwykle błonki i płytki monokrystaliczne

Hodowanie z fazy stałej

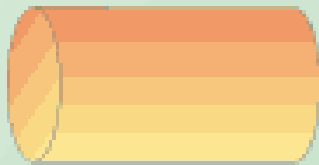
- Oparte na zjawisku dyfuzji substancji w próbkach poddanych uprzednio deformacji
- część ziaren tworzących wyjściową próbkę polikrystaliczną rośnie kosztem innych
- wzrost zachodzi w wysokiej temperaturze
- otrzymuje się głównie monokryształy metali(w postaci drutu lub płytek)



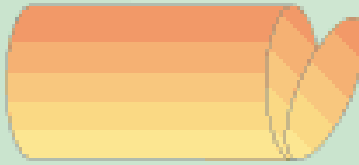
Mierząca prawie 1,5 metra długości i 20 cm średnicy bryła krzemu jest jednym gigantycznym kryształem.



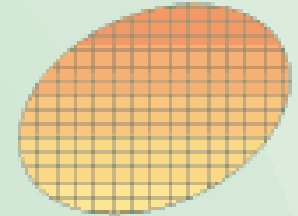
Piasek



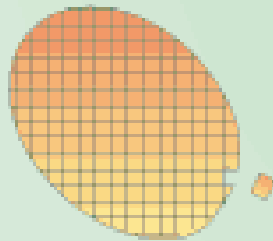
„Hodowanie” monokryształów
- pręt średnicy 20,3 cm (8 cali)



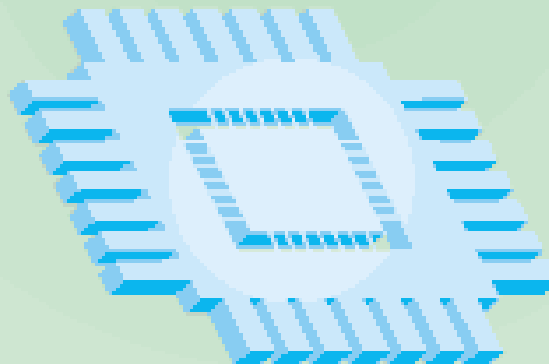
Cięcie pręta
kvarcowego na „wafle”



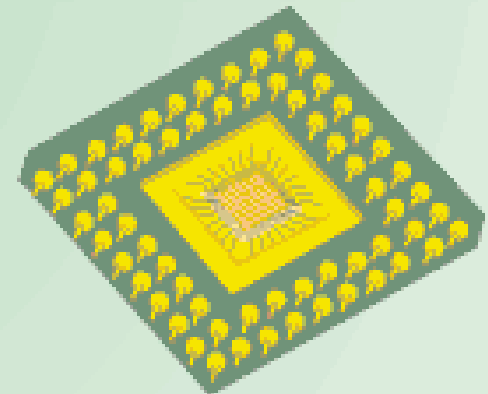
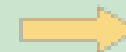
Budowa struktury procesora
(około 20 warstw);
jednocześnie powstaje około 160
procesorów Pentium MMX



Cięcie „wafli”
na poszczególne procesory



Pakowanie procesora
- łączenie struktury z nóżkami



Gotowy procesor

Zadziwiające działanie ultradźwięków

- Znaczącą poprawa jednorodności rozmieszczenia domieszek strukturalnych
- W przypadku GaAs i BiSb całkowity zanik widocznych niejednorodności
- Efekt utrzymuje się nawet przez dwie godziny