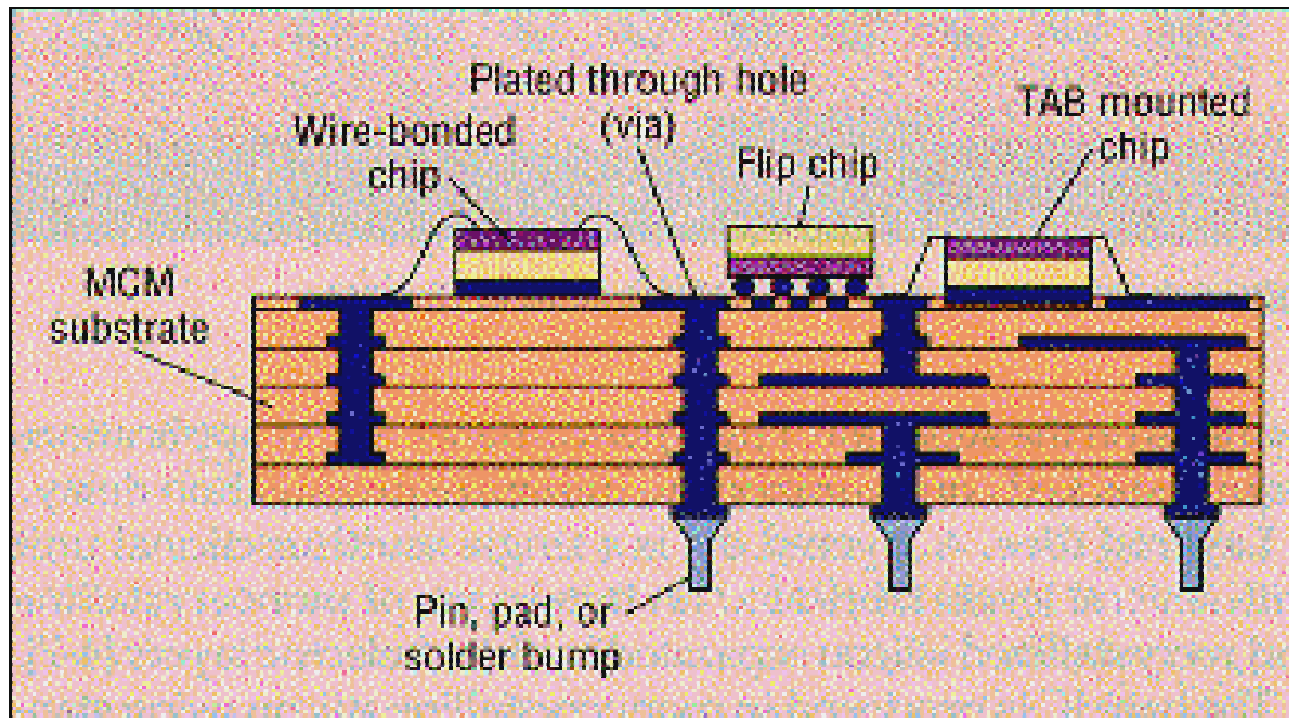


# Técnicas de Interconexão Elétrica

- WB "Wire Bonding"
- TAB "Tape Automated Bonding"
- FLIP CHIP



# Interconexão Elétrica Usando “Wire Bonding”

- As técnicas físicas mais usadas:
  - termo-compressão
  - ultrassônica
  - termossônica
- Termo-compressão
  - Quando duas superfícies metálicas são soldadas através de um ciclo de temperatura, pressão e tempo controlados

Fio + Metalização + Ciclo de Termo-compressão



Deformação Plástica

+

Interdifusão Atômica

- Materiais Típicos: Au-Au
- Au-Al (Intermetálicos)

# Ultrassônica e Termossônica

- Ultrassônica

- Processo de baixa temperatura onde a fonte de energia é fornecida por um transdutor ultrassônico à ferramenta de corte numa frequência de 20-60 KHz, promovendo assim a solda Fio-Metalização

Fio + Metalização + Ultrassom  $\Rightarrow$  Solda sônica

- Materiais: Al ou ligas de Al
- Al e metalização de Au

- Termossônica

- Combina os dois métodos anteriores
  - Trabalha com temperaturas mais baixas
  - Usa materiais como Au, Al, Cu, Pd
  - Método excelente para Filmes espessos e circuitos híbridos

# “Wire Bonding”

- Existem dois tipos principais de “Wire Bonding”:
  - “Ball Bonding”
  - “Wedge Bonding”
- Máquinas totalmente automáticas permitem alta produção
- Os parâmetros são controlados, as propriedades mecânicas dos fios são extremamente repetitivas
- A velocidade pode chegar a 100-125 ms por interconexão
- A distância entre fios chega a 50  $\mu\text{m}$  e o “loop” a 40  $\mu\text{m}$
- São usados principalmente em dispositivos “Chip on Board”, Cerâmicos, BGA’s e plásticos
- Seu baixo custo é devido a:
  - O Die não requer modificações
  - Os equipamentos usados são de tecnologia e infraestutura conhecidas
- Custos de engenharia são minimizados
- Para um número de interconexões I/O maior que 500 esta técnica se torna difícil de ser aplicada

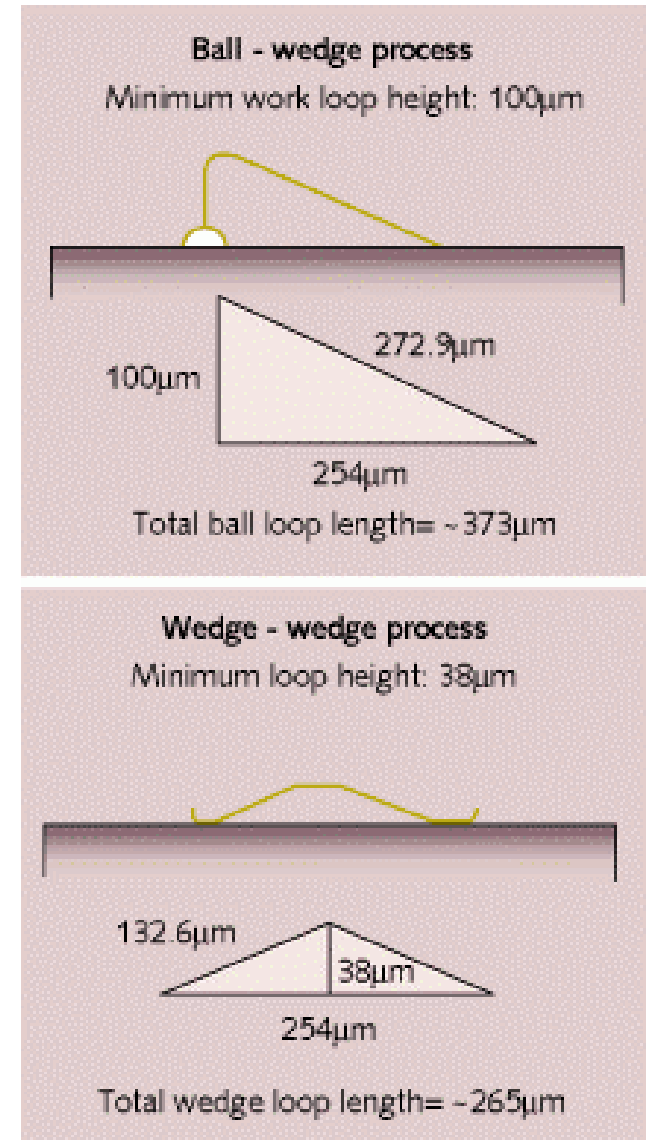


Figure 6. Ball and wedge bond loop shapes and wire lengths.

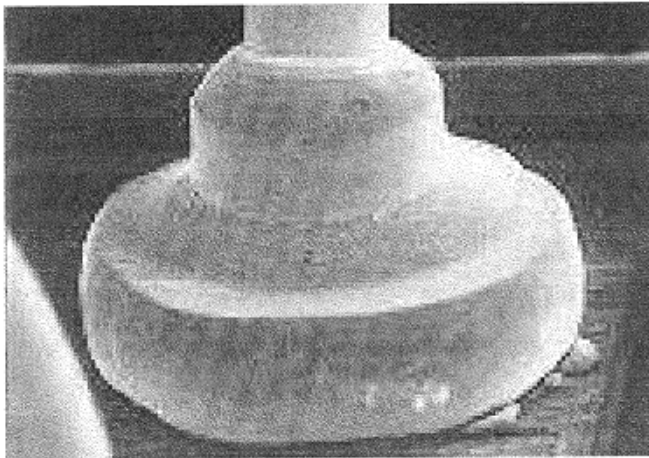
# Características do “Wire Bonding”

Table 1-1. Three wirebonding processes.

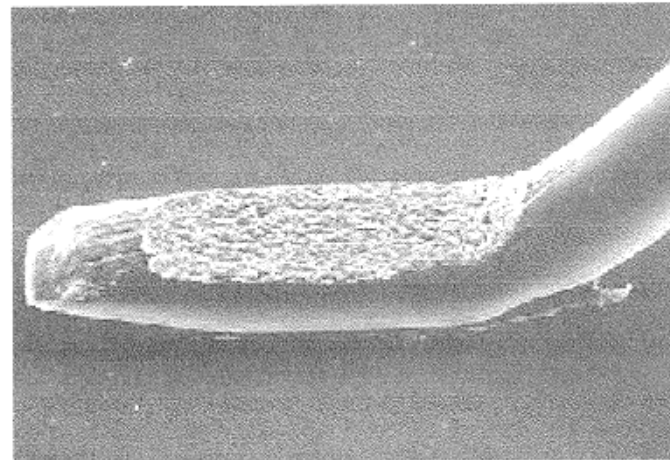
Wirebonding	Pressure	Temperature	Ultrasonic energy	Wire	Pad
Thermocompression	High	300-500 °C	No	Au,	Al, Au
Ultrasonic	Low	25 °C	Yes	Au, Al	Al, Au
Thermosonic	Low	100-150 °C	Yes	Au	Al, Au

Table 1-2. Wirebond formation.

Wirebond	Bonding technique	Bonding tool	Wire	Pad	Speed
Ball bond	T/C, T/S	Capillary	Au	Al, Au	10 wires/sec (T/S)
Wedge bond	T/S, U/S	Wedge	Au, Al	Al, Au	4 wires/sec



Ball bond



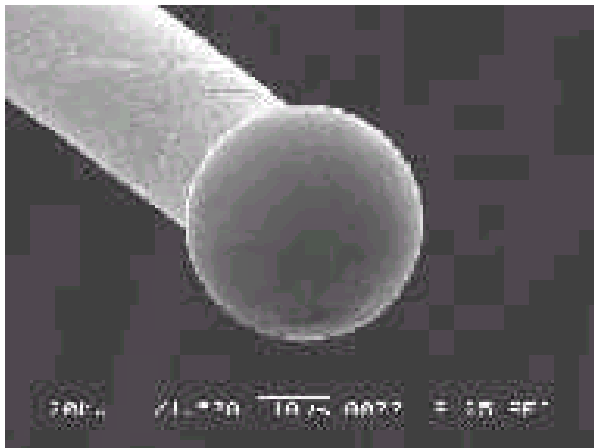
Wedge bond

# “Ball Bonding”

A vantagem do “ball bonding” constitui-se na seção redonda do capilar que permite dobras do fio em qualquer ângulo, viabilizando assim o posicionamento do fio em qualquer direção usando-se somente movimentos X-Y. O processo de “ball bonding” consiste na formação de uma primeira solda, tipo bola (ball), no “pad” situado no “die”, seguida de uma segunda solda, tipo cunha (wedge), no terminal correspondente do encapsulamento (“leadframe” ou substrato) para formar a conexão elétrica entre o “Die” e o portador “carrier”.

Este processo apresenta dez etapas e pode ser realizado em 80 milisegundos.

128 CHIP LEVEL INTERCONNECT: WIRE BONDING FOR MULTICHIP MODULES



*Bola livre*

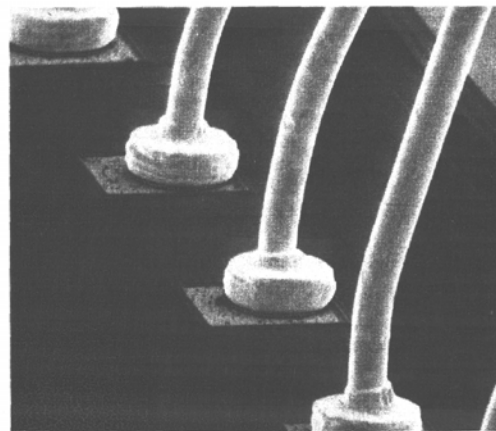


Figure 3-4 Photomicrograph of 25.4  $\mu$ m diameter gold wire thermosonically bonded to an integrated circuit chip.

*Primeira Solda*

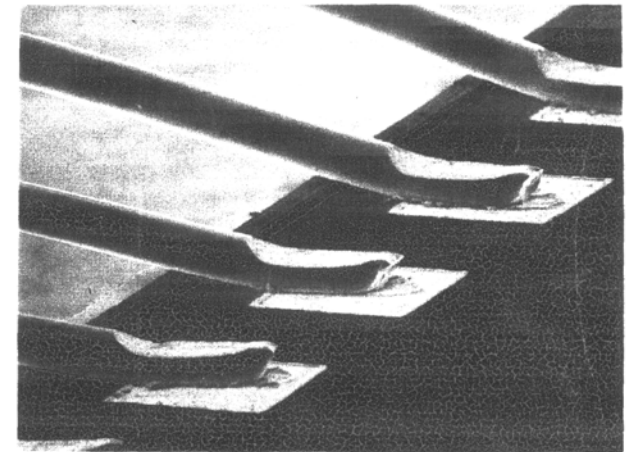


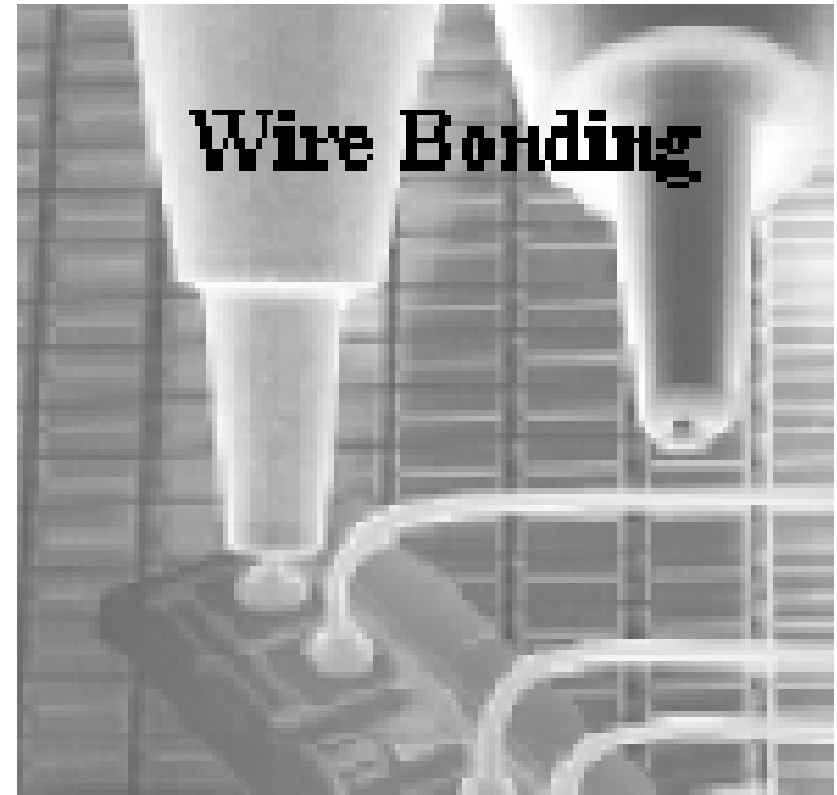
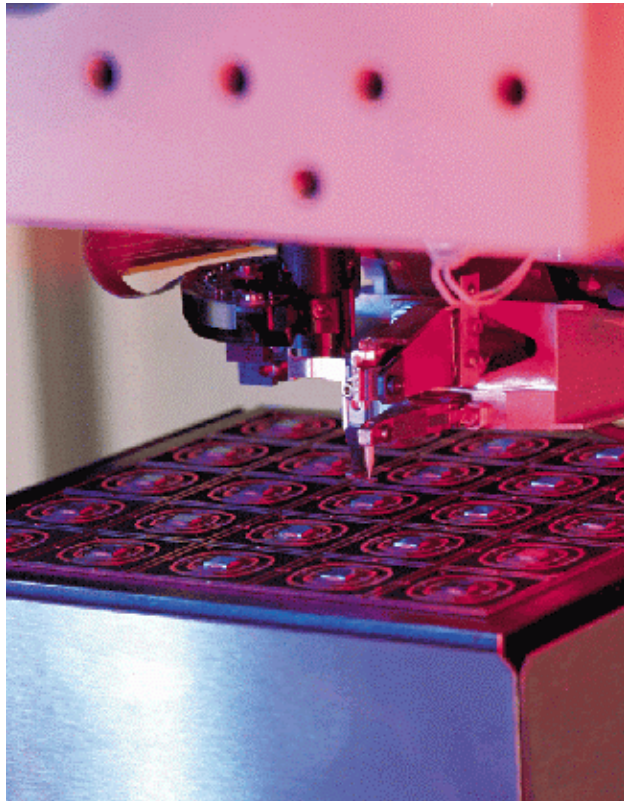
Figure 3-6 Photomicrograph of 25.4  $\mu$ m diameter aluminum (1% silicon) wire ultrasonically bonded to an integrated circuit chip.

*Segunda Solda*

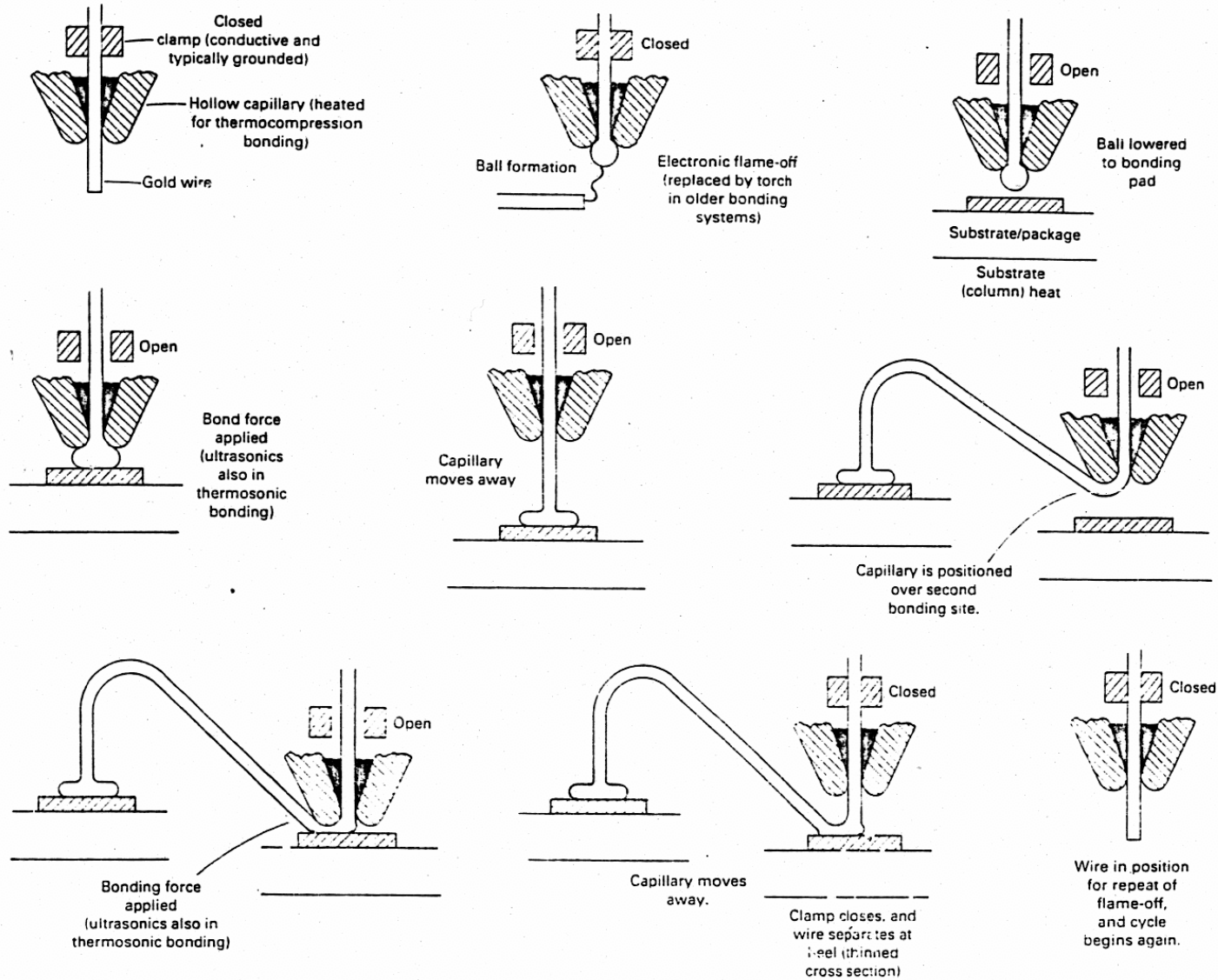


# “Ball Bonding” (Cont.)

Antes de realizar a operação o sistema de visão do “Bonder” identifica duas regiões na superfície do “Die” previamente “ensinadas” (eye points). Quando o sistema de reconhecimento de padrões do “Bonder” localiza os dois “eye points”, a máquina está habilitada a transformar os locais de soldagem que foram originalmente “ensinados”, corrigido-os para as variações de locação em cada dispositivo.



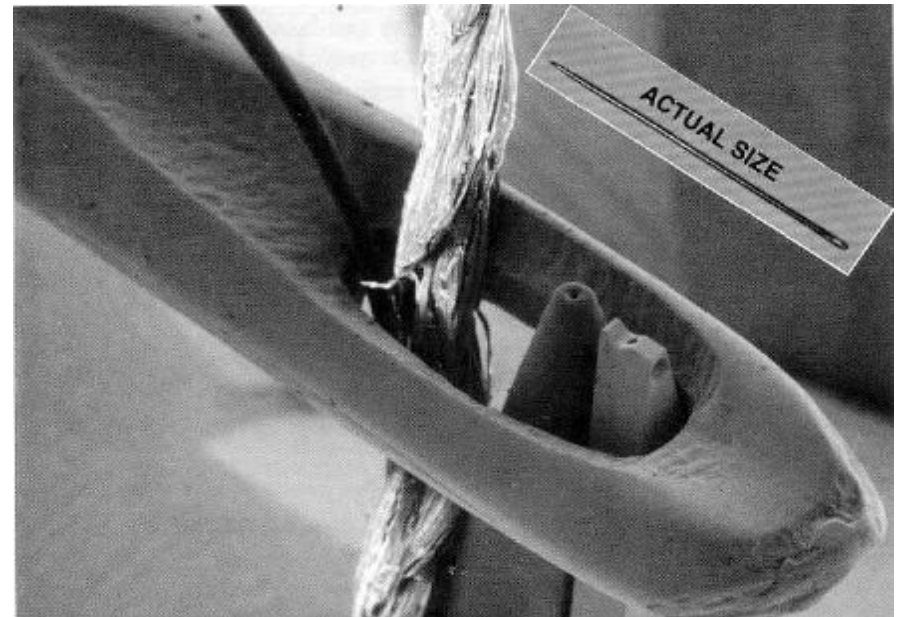
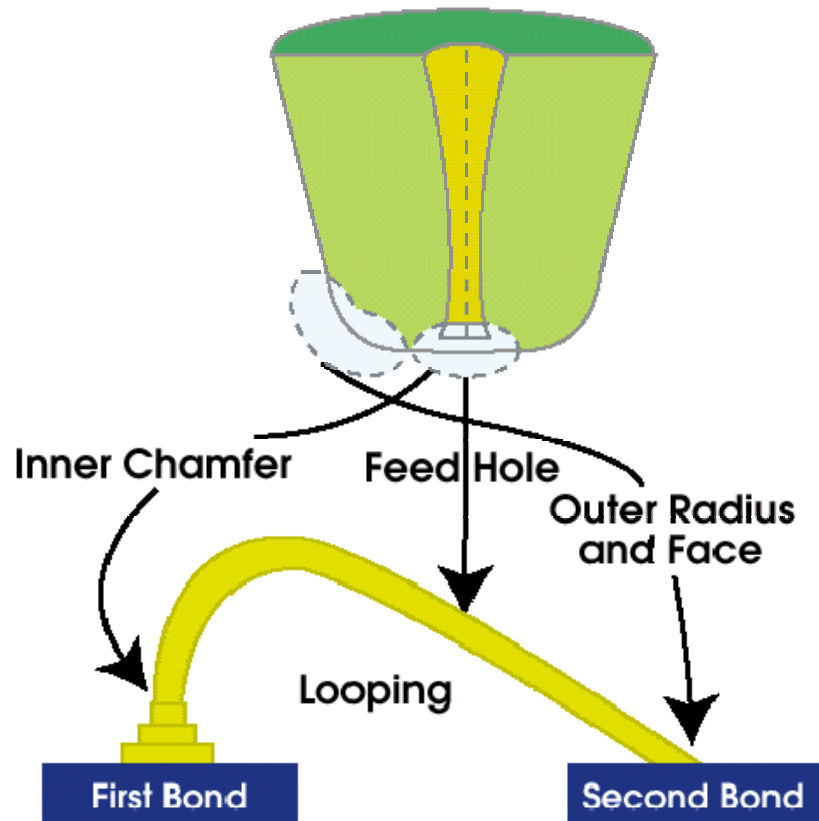
# Processo de "Ball Bonding"



Steps in the ball-wedge bonding cycle



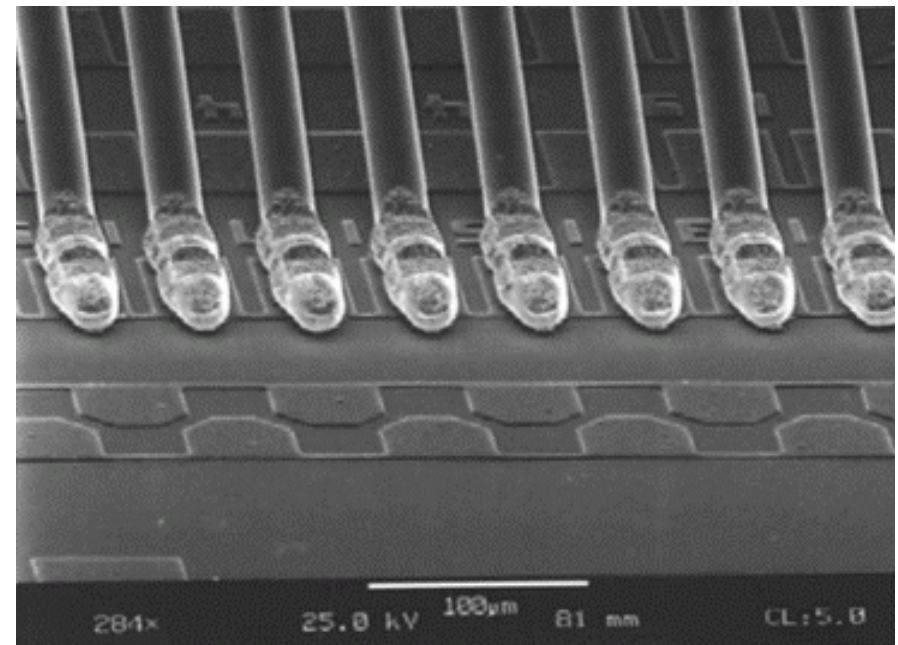
# Capilares para "Ball Bonding"



**Figure 2.** Capillary features and their general effects on the bonding process.

# “Wedge Bonding”

Solda tipo “Wedge” permite diminuir o “pad pitch” pois a solda pode ser realizada deformando o fio de 25 a 30 % em relação ao seu diâmetro original. Comparativamente a formação “ball bond” implica numa deformação de 60 a 80 % de seu diâmetro original. Como a solda é menor, o “pad pitch” pode ser diminuído quando comparado com a técnica de “Ball bonding”.

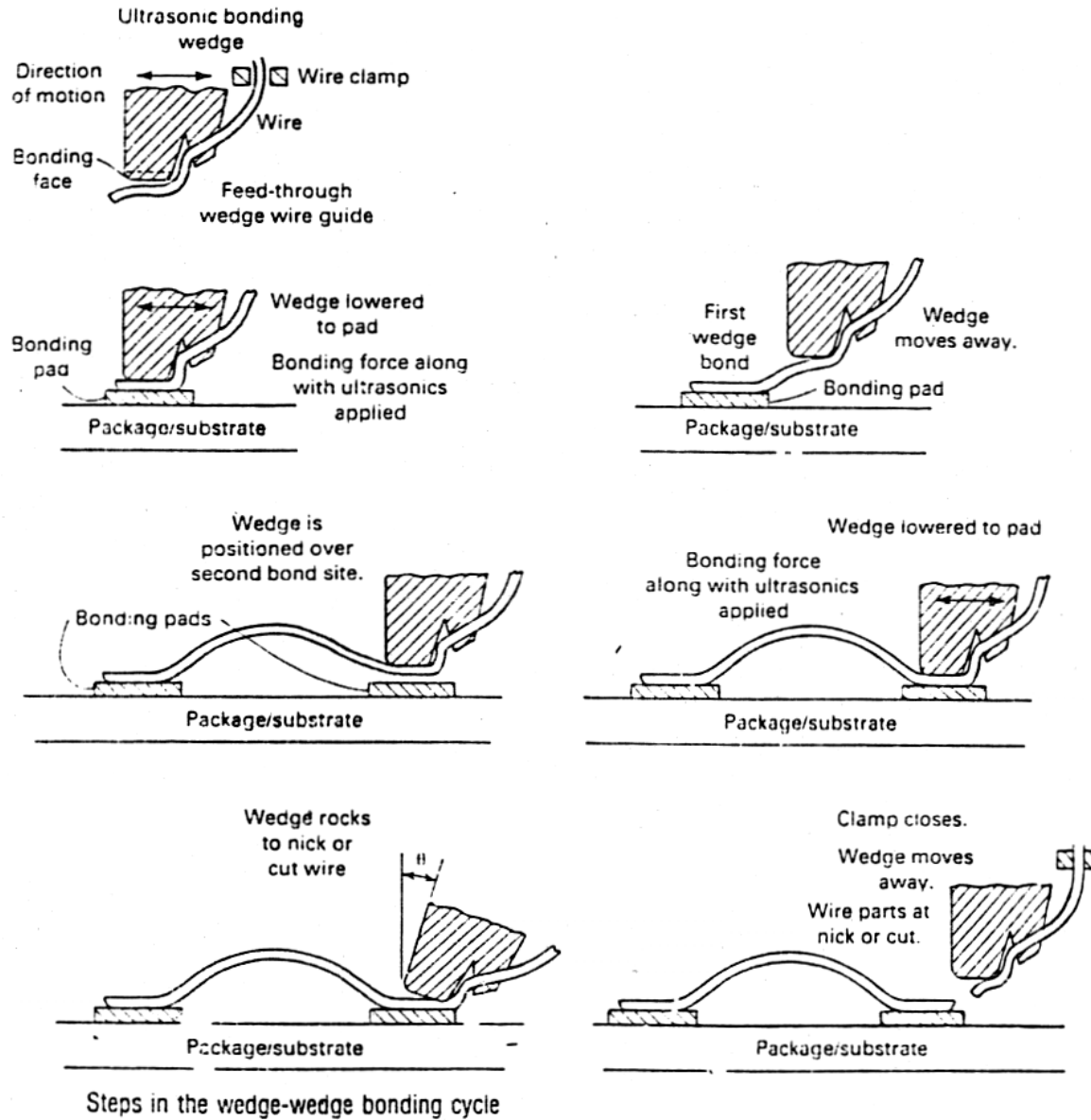


# “Wedge Bonding”

- As novas possibilidades do processo de “Wedge Bonding”, com o movimento rotacional da cabeça (Theta Axis) e diversas formas de “Loops” aumentam a versatilidade deste tipo de soldagem de fios para “Wire Bonding”.

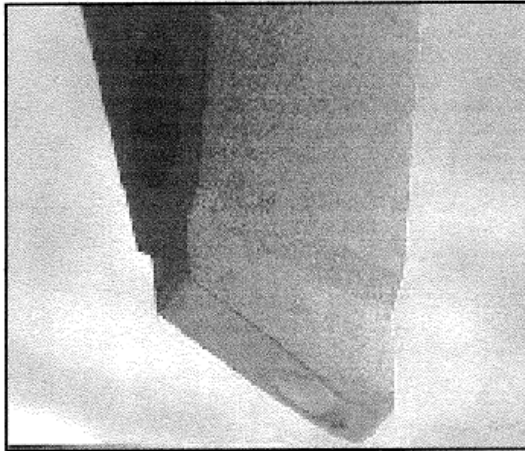


# Processo de "Wedge Bonding"

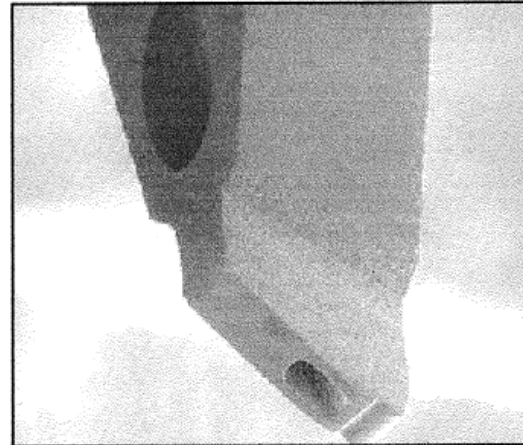




# Ferramenta para "Wedge Bonding"



Wedge for Al wire wedge bonding



Wedge for Au wire sedge bonding

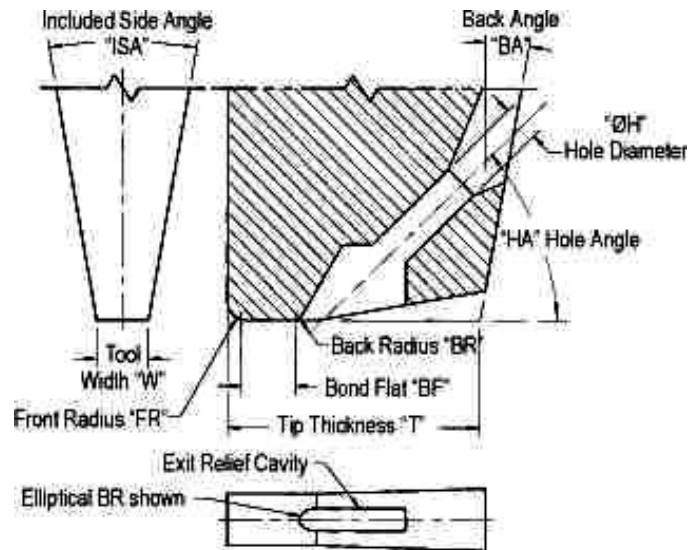


Figure 1 - Basic wedge features



# Falhas de Confiabilidade no "Wire Bonding"

- Formação de intermetálicos
- Descolamento da soldagem
- Corrosão na região de soldagem
- Corrosão nos terminais
- Migração metálica
- Fadiga por vibração
- Fadiga flexural do fio
- Ruído elétrico
- Quebra de fios

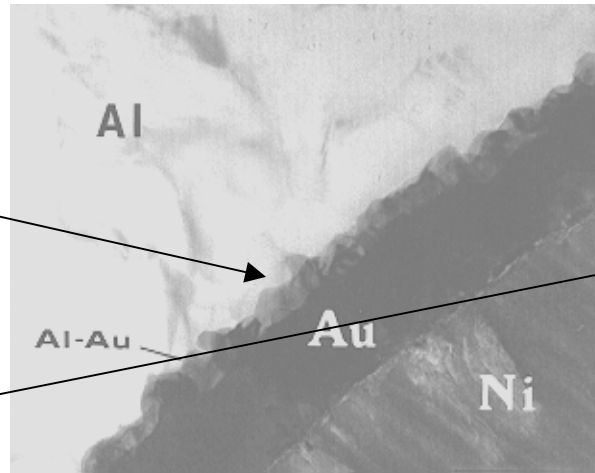


Fig. 2 Purple plague

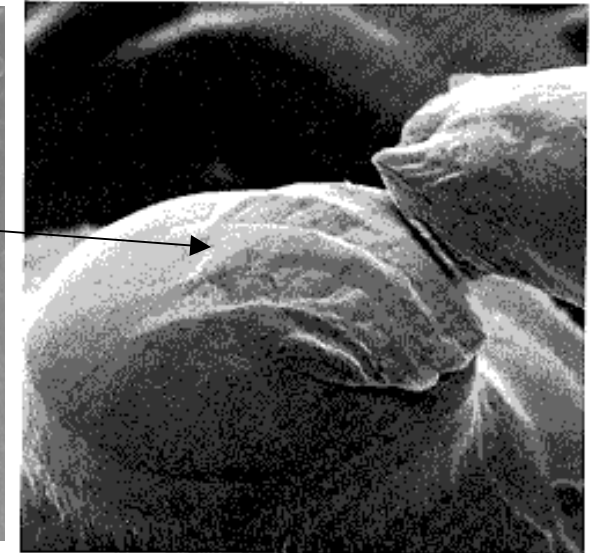
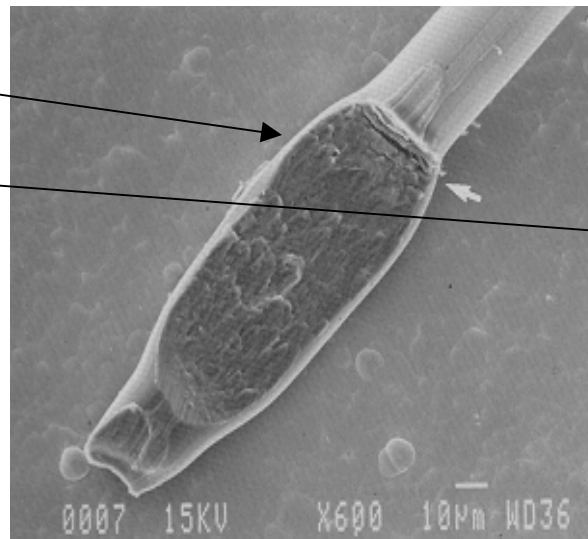


Fig. 6 Scanning electron microscope photograph of fatigue fracture of a bond wire, 1275x

# Materiais para Fios de “Wire Bonding”

- Al
  - Usado como metal puro, não fornece fios finos
- Al + 1 % de Si
  - Material padrão para “Wire Bonding” 1% de Si excede a solubilidade sólida de Si em Al.
- Al + 0,5%-1% Mg
  - Equivalente ao anterior mas apresenta melhores características mecânicas
- Au
  - Muito usado com algumas impurezas (Be, Cu) pode melhorar algumas características mecânicas da ligação
- Outros materiais usados
  - Ag, Cu, Pd

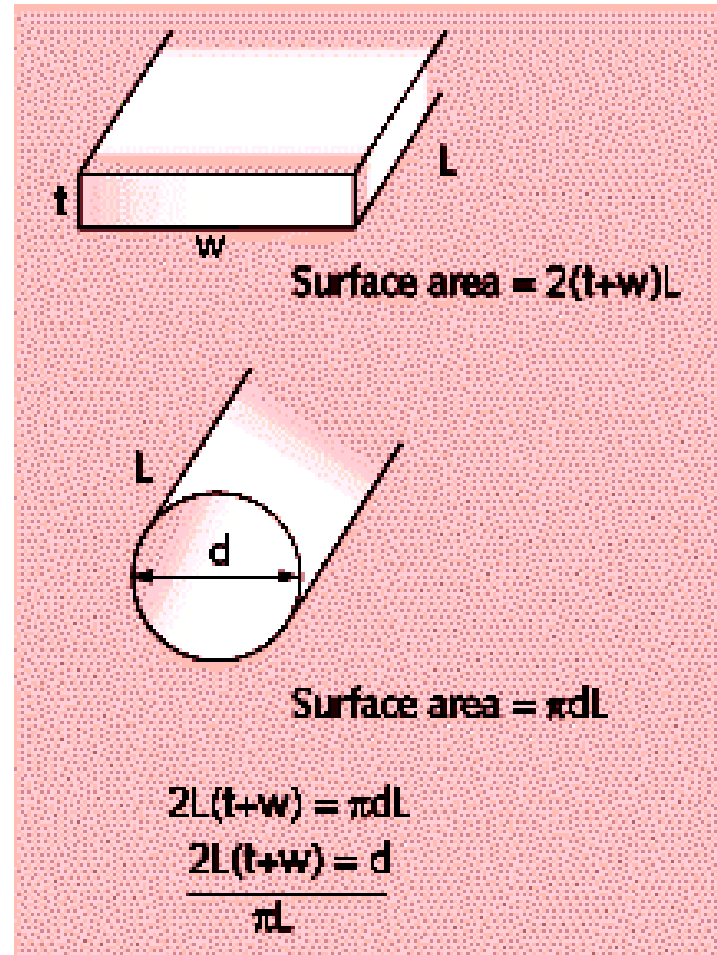


Figure 8. Surface area comparison of ribbon and round wire.