اشباه الموصلات
**\* \*\* تقسم المواد من حيث قدرتها على توصيل التيار الكهربائى الى ثلاثة أقسام :**
1. الموصلات
2. العازلات :
3. أشباه الموصلات
**مقارنة بين المواد الموصلة والعازلة وأشباه الموصلات :**
1------------------------------------------2--------------------------------------------------------3----------------------------------------4
أشباه الموصلات ------------------- المواد العازلة -------------- المواد الموصلة --------------- وجه المقارنة

امثلة-------الفلزات ( الفضة - النحاس - الحديد - الرصاص - - ) -----------الزجاج - الخزف - الكوارتز - البورسلين - الابونيت - الكهرمان ------------الجرمانيوم - السيلكون - كبريتيد الرصاص - كبريتيد الكادميوم

المقاومة النوعية -------( من 5-10 الى 8-10 ) أوم . متر -----------كبيرة جدا فى درجة حرارة الغرفة فى المدى من ( 106الى1016 ) اوم . متر
--------------- متوسطة عند درجة الحرارة العادية فى المدى من (5ooooo --- 0.00005 ) اوم متر

نطاق التكافؤ ---------------مملوء بالالكترونات -------------- مملوء بالالكترونات------------- مملوء بالالكترونات

نطاق التوصيل ------------- مملوء جزئيا بالالكترونات عند درجات الحرارة الاعتيادية --------------- خالى من الالكترونات الحرة عند درجات الحرارة العادية -------------------- خالى من الالكترونات تماما فى درجة الصفر المطلق

طاقة الفجوة --------------- صغيرة جدا ( 0.01 ) الكترون . فولت ------------ كبيرة جدا ( 5 ) الكترون . فولت ------------ من ( 2 الى 0.7 )الكترون . فولت

تأثير رفع درجة الحرارة على المقاومة ------------ تزداد المقاومة ------------ تنخفض المقاومة ولكنها تظل كبيرة لدرجة ان المادة الصلبة تنصهر قبل ان تصبح موصلة ---------------- تنخفض المقاومة بشكل كبير

**ملاحظات على المقارنة السابقة :**
**1- تعتمد مقاومة المواد المختلفة على نقاوتها حيث :**
• ( أ ) المواد الموصـــلة - لا يؤثر وجود الشوائب فى الفلزات على تركيز حاملات الشحنة المتحركة ولكنه يغير نشاطها كثيرا حيث تحدث الشوائب عيوبا فى الشبكة البلورية تزيد من مقاومتها للتيار الكهربائى - اذا الشوائب فى الفلزات تزيد المقاومة للتيار الكهربائى
• ( ب) المواد العازلة - فى المواد العازلة يكون لذرات الشوائب الكترونات ضعيفة الصلة بهذه الذرات حيث يمكن لهذه الالكترونات أن تنفصل بسهولة عن ذراتها وتصبح حرة - اذا الشوائب فى المواد العازلة تقلل من مقاومتها بصورة عامة
• ( ج ) أشباه الموصلات - تقل المقاومة بصورة كبيرة فى أشباه الموصلات نتيجة اضافة الشوائب اليها . وأكثر من ذلك يمكن باختيار الشوائب بطريقة خاصة تغيير مقاومة اشباه الموصلات فى الاتجاه المطلوب ولذلك تستخدم أشباه الموصلات المشابة على نطاق واسع
2 - تعتمد مقاومة المواد المختلفة على درجة حرارتها حيث :
• ( أ ) المواد الموصلة - تزداد مقاومة الفلزات نتيجة رفع درجة حرارتها وتقل بالتبريد وتساوى الصفر فى قابلية التوصيل العالى
• ( ب ) المواد العازلة - تقل مقاومة المواد العازلة بالتسخين ولكنها على الرغم من ذلك تبقى كبيرة حيث يحتاج الالكترون الى طاقة كبيرة حتى ينفصل عن الذرة . لذا تنصهر معظم المواد العازلة الصلبة قبل أن تصبح موصلة
• ( ج ) أشباه الموصلات : عند رفع درجة حرارة أشباه الموصلات تزداد كمية حاملات الشحنة المتحركة وتقل المقاومة بشكل كبيرولكنها لا تتصف بقابلية التوصيل العالى والعكس صحيح حيث تزداد المقاومة بخفض درجة الحرارة وتصبح قريبة من مقاومة المواد العازلة -

**مصطلحات هامة**
1. الكترونات التكافؤ : هى الالكترونات فى المستوى الاخير فى الذرة
2. نطاق الطاقة : مجموعة من مستويات الطاقة المتقاربة فروق الطاقة بينها صغيرة وتفصلها فجوات تخلو من مستويات الطاقة
3. نطاق التكافؤ : هو نطاق الطاقة الخارجى فى البلورة
4. نطاق التوصيل : هو النطاق الذى يعلو نطاق التوصيل فى البلورة
5. طاقة الفجوة : هى الطاقة التى تلزم الالكترون لكى ينتقل من نطاق التكافؤ الى نطاق التوصيل
6. المواد شبه الموصلة : عناصر رباعية التكافؤ ترتبط ذراتها ببعضها البعض بروابط تساهمية وتكون عازلة تماما فى درجة الصفر المطلق وتزداد درجة توصيلها بارتفاع درجة حرارتها
7. بلورة شبه الموصل النقية : هى بلورة شبه الموصل التى تتكون من ذرات السيلكون أو الجرمانيوم عن طريق مشاركة كل ذرة بالكترونات التكافؤ الاربعة مع أربع ذرات مجاورة ( رابطة تساهمية )
8. الفجوة :هى الفراغ الذى يخلفه الالكترون المتحرر من الرابطة التساهمية بسبب ارتفاع درجة حرارة بلورة شبه الموصل
9. التطعيم : هو اضافة كمية قليلة من ذرات مادة معينة الى بلورة شبه الموصل بهدف زيادة عدد الالكترونات أو الفجوات
10. بلورة شبه الموصل غير النقية : بلورة شبه موصل تطعم بذرات من مادة شائبة أخرى

\*\*\* قارن بين بلورة شبه الموصل من النوع السالب وبلورة شبه الموصل من النوع الموجب

ــــــ
1-------------------------------------------------2-------------------------------------------3
وجه المقارنة ------------- شبه الموصل من النوع السالب --------- شبه الموصل من النوع الموجب

التعريف ----------------- بلورات لمواد شبه موصلة مطعمة بذرات خماسية التكافؤ ( زرنيخ ) بلورة سيليكون مطعمة بذرات زرنيخ 33As-----------------بلورات لمواد شبه موصلة مطعمة بذرات عناصر ثلاثية التكافؤ ( جاليوم ) بلورة سيليكون مطعمة بذرات جاليوم 31Ga

التوصيل------------------ يعتمد على حركة الالكترونات السالبة ويزداد التوصيل بزيادة نسبة ذرات الشوائب ( الزرنيخ ) وتسمى الالكترونات ( حاملات الشحنة الاساسية - السائدة - ) ------------------ تحتوى على فجوات تعمل كل فجوة عمل شحنة موجبة تحاول اقتناص الكترون سالب ولذلك تتحرك الفجوات الموجبة فى البلورة فى اتجاه عكس اتجاه حركة الالكترونات

تفسير عمل الشوائب --------------اضافة ذرات الزرنيخ يضيف مستويات طاقة اضافية اسفل نطاق التوصيل مباشرة تنتقل منه الالكترونات الى نطاق التوصيل ( بدون انتاج فجوات ) --------------اضافة ذرات الجاليوم يضيف مستويات طاقة اعلى نطاق التكافؤ مباشرة وتنتقل اليها الكترونات من نطاق التكافؤ وتترك فجوات ( بدون انتاج الكترونات )

 **ملاحظات على المقارنة السابقة**
1. فى البلورة من النوع السالب تسمى مادة الزرنيخ مادة معطية donor حيث تعطى الالكترونات الحرة السالبة
2. تكون البلورة من النوع السالب متعادلة كهربائيا لانها تتكون أصلا من ذرات متعادلة كهربائيا
3. بزيادة عدد ذرات الشوائب يزداد عدد الالكترونات الحرة وتزداد قدرة البلورة على التوصيل ولكن تبقى عملية التطعيم فى حدود معينة ( مثال للتوضيح : يضاف الى الجرمانيوم المنصهر النقى حوالى 0.00001 % من ذرات الزرنيخ وعند التجمد تتكون شبكة جرمانيوم عادية ولكن فى بعض العقد توجد ذرات زرنيخ بدلا من ذرات الجرمانيوم )
4. الطاقة اللازمة لانفصال الالكترون الخامس فى ذرة الزرنيخ تكون صغيرة جدا وأصغر بكثير من الطاقة اللازمة لتأين ذرة الفلز ولذلك تكون جميع ذرات الزرنيخ فى شبه الموصل متأينة فى درجة حرارة الغرفة
5. الالكترونات الحرة. ( الكترون واحد من كل ذرة من الزرنيخ ) تعتبر حاملات الشحنة الاساسية - السائدة -
• فى البلورة من النوع الموجب : تسمى مادة الجاليوم مادة مستلمة ( متقبلة )
• تكون البلورة من النوع الموجب متعادلة كهربائيا لأنها تتكون أصلا من ذرات متعادلة كهربائيا