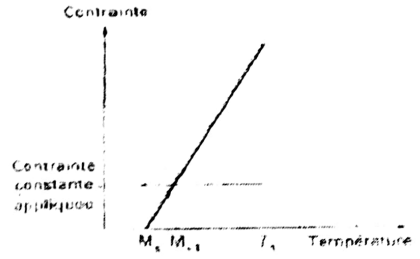
جامعة البعث	سبائك خاصة ومعالجتها	((((((سلم التصحيح))))))
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية	2022 -2023 الفصل الثاني	السنة الخامسة معادن / n 80

اجب عن الأسئلة التالية:

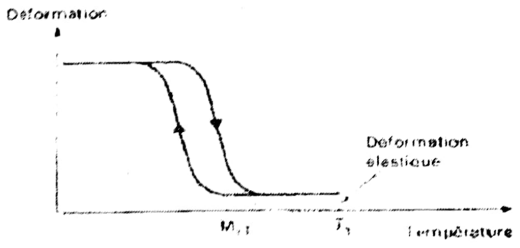
1-(8 علامات)

بتطبيق إجهاد σ_1عند درجة الحرارة T1 أعلى من Ms فإنه يكون من غير الممكن ظهور المارتنزيت . باتبريد حتى الوصول إلى الدرجة Ms1 فإنه يحدث ، من أجل متغير محدد متفق مع اتجاه الإجهاد σ_1، تشوه شديد يختفي بالتحول إلى الأوستينيت خلال التسخين اللاحق هذا السلوك هو ظاهرة الذاكرة المضاعفة.

تُلاحظ هاتين الظاهرتين (المرونة العالية وحفظ الذاكرة المضاعفة) أيضاً في متعددة البلورات ويكن مع الحصول على مطالات تشوه أقل .



(a) courbe contrainte-température



(b) courbe déformation-température

ظاهرة حفظا الذاكرة المضاعفة

2-(12 علامة)

تظهر المواد الكهروضغطية تأثير عكسي (reciprocal effect) أيضاً، حيث أنه عند تطبيق حقل كهربائي سوف تنتج استجابة ميكانيكية وباعتبار ان تطبيق جهد كهربائي ثابت عبر الالكترودات في المواد الكهروضغطية (كما موضح في الشكل (4.3)).

د. محمد عباس

و مع الأخذ بعين الاعتبار ان المواد الكهروضغطية تعد عوازل جيدة، فان تطبيق جهد كهربائي ينتج حقل كهربائي في المادة (E)، وهو مساوي للحقل المطبق مقسوم على المسافة ببين الالكترودات (الأقطاب الكهربائية)، وهذا مبين في الفصل الثاني.

ان واحدة الحقل الكهربائي هي (V/m) وان تطبيق الحقل الكهربائي على المادة سوف ينتج تجاذب بين الشحنة المطبقة وثنائي الأقطاب الكهربائي.

سوف يحدث دوران ثنائي الأقطاب وتبدأ الازاحة الكهربائية التي يمكن قياسها عند الكترودات المادة.

عند قيم منخفضة محددة للحقل المطبق، فان العلاقة بين (D– E) هي علاقة خطية ويدعى التناسب الثابت بـ سماحية العزل (dielectric permittivity) وواحدتها (F/m). ان العلاقة بين الحقل والازاحة الكهربائية علاقة خطية تأخذ الشكل التالي:

$$D = \varepsilon E \qquad (4.3)$$

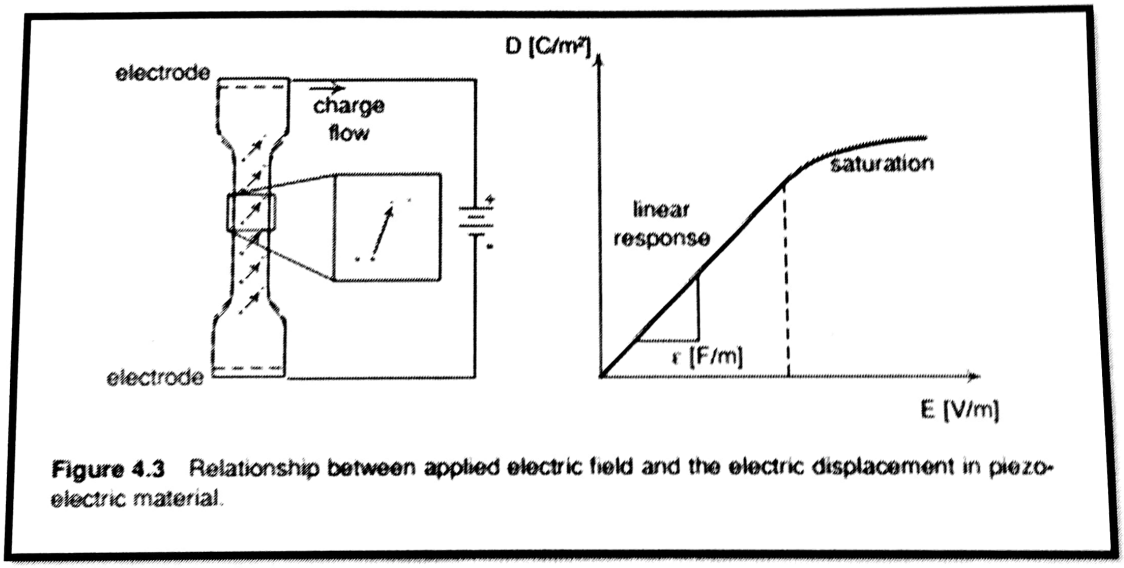


Figure 4.3 Relationship between applied electric field and the electric displacement in piezoelectric material.

كما هو الحال عند تطبيق الاجهاد، ان تطبيق حقل كهربائي عالي بشكل متزايد سوف يؤدي بالنهاية الى اشباع حركة ثنائي الأقطاب وينتج علاقة لا خطية بين الحقل المطبق والازاحة الخطية.

ان التأثير العكسي الكهروضغطي يقاس بالعلاقة بين الحقل المطبق والانفعال الميكانيكي. اما التأثير المباشر الكهروضغطي، هو ان تطبيق الاجهاد سوف ينتج دوران ثنائي الأقطاب وتدفق واضح بالشحنات. وعند تطبيق حقل كهربائي، سينتج دوران ثنائي الأقطاب ويحدث انفعال في المادة كما في الشكل (4.4).

بتطبيق قيم منخفضة محددة على الحقل الكهربائي سوف نلاحظ علاقة خطية بين الحقل المطبق والانفعال الميكانيكي. على نحو كافي، فإن انحدار علاقة الحقل – الانفعال سيكون مساوي لمعامل الانفعال الكهروضغطي كما في الشكل (4.4).

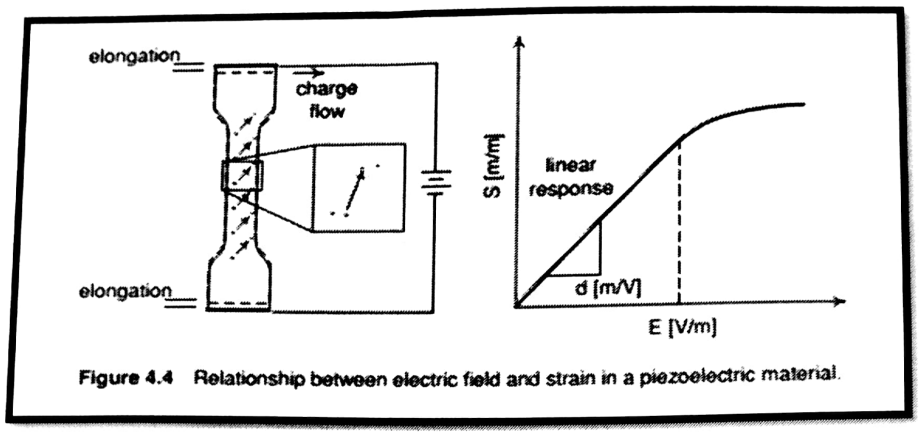


Figure 4.4 Relationship between electric field and strain in a piezoelectric material.

ويعبر عن هذا بالمعادلة:

$$S = dE \qquad (4.4)$$

حيث يعطى معامل الانفعال الكهروضغطي بواحدة (m/V). وتمثل المعادلة (4.4) التأثير العكسي للمادة الكهروضغطية الخطية.

3- (10 علامات)

كيف يتم ختم سبيكة kovar الى الزجاج الصلب

يتم قطع الزجاج بشكل أنابيب او بشكل قصبي (cane) وتنظيفها بالطرق التقليدية مع الحرص لمنع وجود الغبار على السطح أو المواد الحاكة المستخدمة في عملية القطع .

يتم أكسدة سطح السبيكة لتأمين سطح يلتصق بسهولة الى الزجاج وغالبا ما يتم ذلك كجزء من عملية التسخين قبل تطبيق الختم وكل ما هو مطلوب لهذه المرحلة استخدام لهب مؤكسد بدرجة حرارة c 650 .

تتم عملية الختم باستخدام الزجاج بحالته اللدنة عند درجة حرارة 850c بحيث يكون الزجاج مقابل لسطح السبيكة المؤكسد ليبلل الزجاج السطح المؤكسد ويمكن تطبيق ضغط خفيف على الزجاج بحالته اللدنة عن طريق اصطدام اللهب او باستخدام أدوات ميكانيكية نظيفة .

نتحكم بالمحيط النهائي (final contour) للزجاج باستخدام اللحب أو باستخدام كريات زجاجية او باستخدام سلج (slug) تزود عند بداية التسخين .

في حال كان الزجاج لا يتطابق مع السبيكة kovar من حيث التمدد الحراري فمن الممكن استخدام سلسلة من الزجاج الوسيط على سبيل المثال استخدام الزجاج (5 -705 أو2-705) عند ختم السبيكة مع الكوبالت واليورانيوم والبيركس .

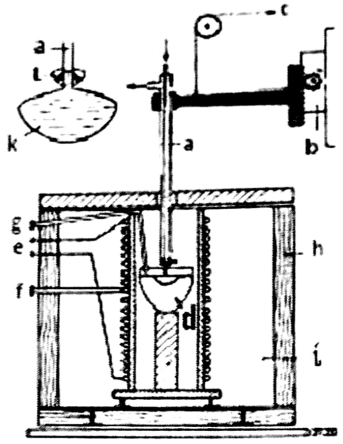
بعد الانتهاء من تشكيل الختم يتم تبريد المجموع ببطئ حتى نصل لدرجة حرارة الغرفة ونظام (الحرارة والزمن) من أجل التلدين يضبط وفق لابعاد الختم المراد تنفيذه والزجاج المستخدم .

يمكن ازالة طبقة الاوكسيد الموجودة على الاجزاء المعدنية المكشوفة باستخدام التخليل .

4- (20 علامة)

2.4 طريقة ناكن- كيروبولوس

ترتبط هذه الطريقة باسمي العالمين اللذين قاما، كل على حدة، وفي الوقت نفسه تقريباً، بتطوير طريقتين متشابهتين لإنماء البلّورات من الصهارات، يعتمدان بالمبدأ نفسه، وهو صهر المادة الأولية في بوتقة، توجد داخل فرن اسطواني، ودفعها للتبلور، بواسطة نواة بلّورية مبرّدة (حامل النواة مبرّد بالماء) يُسحب من البوتقة، حاملاً معه البلّورة الأحادية [6]. ومن خصائص هذه الطريقة؛ تجانس الحرارة على كامل مدى ارتفاع الفرن وارتفاعها إلى أعلى من درجة حرارة انصهار المادة بنحو $30\text{-}70^{\circ}C$، يوضح الشكل (20) مخططاً لجهاز ناكن - كيروبولوس، وكمثال عن البلورات الأحادية، التي يتم تنميتها بهذه الطريقة ، بلّورة كلور الصوديوم (NaCl، بلّورة مكعبة O_h–m3m، درجة حرارة الانصهار $^{\circ}C$ 802، عناصر بصرية).



الشكل(20) مخطط جهاز الإنماء ناكن –كيروبولوس [6]

a- حامل النواة البلّوري المبرد بالماء، b- جهاز سحب حامل النواة، c- حامل جهاز الحركة، d- بوتقة النمو، e- وشيعة حرارية، f- مزدوجة حرارية للتحكم بالحرارة، g- مزدوجة حرارية لقياس درجة الحرارة، h- رفاقات من الألمنيوم، i- مسحوق أكسيد المغنزيوم عازل للحرارة، k - بلّورة أحادية، l تجمع بلّوري polycrystalline

لإنماء بلّورة كلور الصوديوم، يصهر NaCl في بوتقة من الكورندوم (أكسيد الألمنيوم)، في ظروف الجو العادية، ويترك، بعض الوقت، في درجة حرارة أعلى من درجة حرارة انصهاره بنحو 150°C لضمان طرد الشوائب، والغازات، ومن ثم تخفض درجة الحرارة إلى نحو 850°C، وينزل حامل النواة المبرد حتى ملامسة النواة البلورية سطح الصهارة، وتتابع درجة الحرارة انخفاضها باستمرار وببطء شديد في الفرن، ومن ثم في الصهارة، حيث تنمو النواة البلورية مشكلةً بلورة أحادية، وعند وصول قطر البلّورة الأحادية إلى القياس المطلوب، يُسحب حامل النواة، مع البلّورة، نحو الأعلى، بسرعة 3.10^{-7}–$1.5.10^{-6}$ m/s، حيث تنمو البلّورة في اتجاه معاكس لاتجاه السحب، وذلك حتى استهلاك كامل الصهارة، ثم تفصل البلّورة المصطنعة عن الحامل، وتترك لتبرد في درجة حرارة الغرفة مدة 24 ساعة. تأخذ البلّورة الأحادية شكلاً اسطوانياً ذا نهاية محدبة (الشكل 20) يتلاءم مع منحنى توزع الحقل الحراري للفرن.

لإنماء بلّورات مواد أخرى، ينبغي تعديل بعض ظروف الإنماء السابقة، كاستخدام حامل جنيل دوّار، أو إضافة أنابيب تبريد، ويراعى في كثير من حالات الإنماء عدم استهلاك كامل المادة الأولية المنصهرة، ذلك كون الصهارة المتبقية تحوي القسم الأكبر من الشوائب.

تتميز طريقة ناكن–كيروبولوس بنمو البلّورة في صهارة شديدة السيولة Fluidity من الأعلى إلى الأسفل دون أن تلامس جدار البوتقة، مما يجنب البلورة كثيراً من العيوب البلّورية نتيجة التوتر(الإجهاد) السطحي، أو التلوث بمادة البوتقة. ومن مساوئها، التحدب الكبير لجبهة النمو، وعدم انتظام سرعات النمو، مما يؤدي إلى عدم التجانس فيما يخص توزع المكون الضيف في البلّورات المطعّمة. تستخدم هذه الطريقة بشكل أساسي لإنماء البلورات الأحادية للهالوجينات القلوية، من النوعية شديدة النقاء، والمستخدمة كعناصر ضوئية، وتبلغ أبعاد البلورات المصطنعة بهذه الطريقة 10x10x10 cm تقريباً.

5-(10 علامات)

تم تطوير هذا الفولاذ في القرن التاسع عشر و تركيزه هو 12% منغنيز و 1% كربون وهو لا يزال يستعمل حتى الان دون اي تعديل على تركيزه. ان هذا الفولاذ يحتوي على الطور γ ويخلق قواه اثناء التشويه بالتشكيل البارد. باعتبار ان الطور الموجود هو γ من النوع FCC فإن لهذا الفولاذ صلابة عالية وذلك لأنه لا يتضمن درجة انتقال تقصفي-لدن, يستخدم هذا الفولاذ في قطع وطحن الصخور , تتضمن المعالجة الحرارية التبريد بواسطة الماء من الدرجة 1000 م ° ويعقب ذلك التشكيل البارد.

6- المسألة (20 علامة)

11درجة الحرارة البدائية هيث اعلى من درجة حرارة بدئ التحول المارتنسيتي واقل من درجة حرارة انتهاء التحول الاوستنيتي. يحسب الاجهاد والانفعال في النقطة b كمايلي:

$$T^b = C_M(\theta_0 - M_s) \ldots\ (15)$$

$$T^b = (11.3\text{MPa}/^\circ\text{C})(25^\circ\text{C} - 23^\circ\text{C}) = 22.6\ \text{MPa}$$

$$S^b = \frac{T^b}{Y} = \frac{C_M(\theta_0 - M_s)}{Y} \ \ldots\ldots\ (16)$$

$$S^b = \frac{22.6\ \text{MPa}}{13,000\ \text{MPa}} = 0.001739 = 1739\ \mu\text{strain}$$

تحدد العلاقة بين الاجهاد والانفعال خلال عملية التحول من اوستنيت غلى مارتنسيت عن طريق حساب نسبة المارتنسيت كتابع للاجهاد المطبق ثم بعد ذلك يحسب الانفعال الموافق.

$$22.6\ \text{MPa} \le T^{b\to c} \le (11.3\text{MPa}/^\circ\text{C})(25^\circ\text{C} - 5^\circ\text{C}) = 226\ \text{MPa}$$

في النقطة c:

$$S^c = \frac{226\ \text{MPa}}{13,000\ \text{MPa}} + (0.07)(1) = 8.74\%$$

$$T^c = 226\ \text{MPa}$$

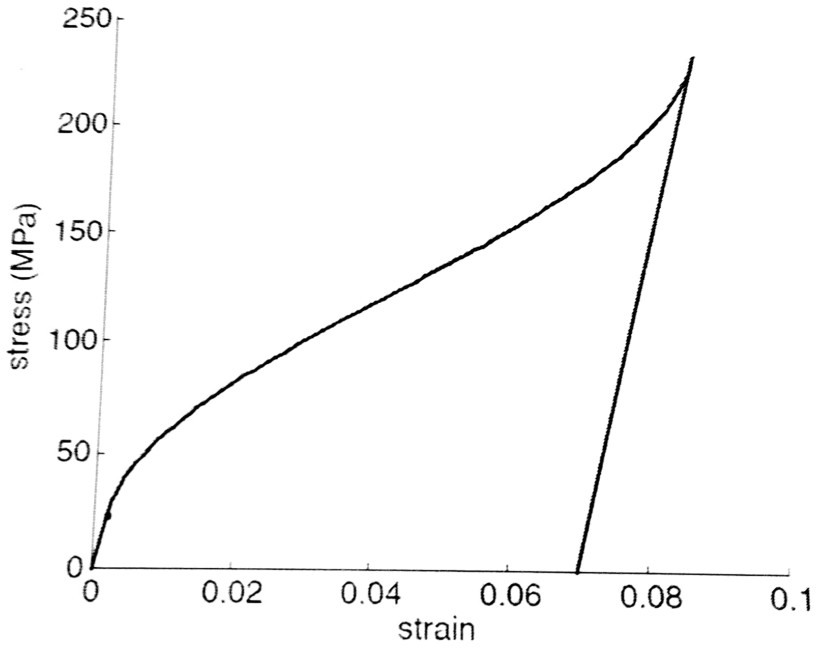
في النقطة d:

$$T^d = 0 \qquad S^d = 0.07$$

من اجل حالة اجهادية قدرها 100 Mpa يحسب الانفعال في هذه الحالة.

$$\varepsilon = \frac{1}{2}\left\{\cos\left[(0.175^\circ C^{-1})(25^\circ C - 5^\circ C) - \left(\frac{0.175^\circ C^{-1}}{11.3 MPa/^\circ C}\right)(100\ MPa)\right] + 1\right\}$$
$$= 0.3143$$

$$S = \frac{100\ MPa}{13{,}000\ MPa} + (0.07)(0.3143) = 0.0297 = 2.97\%$$



د.م. عبّاد كاسوحة