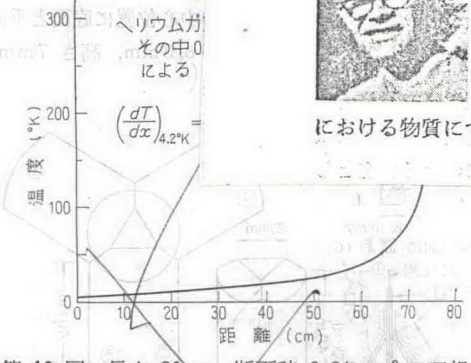
Prof. Sanji Fujimoto
Engineering Faculty, Gifu University
Naka-Monzencho, Kakamigahara City 504
Gifu Pref., Japan

つまり，電流供給線中を流れるガスの流量は，熱交換が非理想的であるため理想的な場合の約1.5倍を要することを想定する。この点では断面積は理想的熱交換の場合の約2倍となり，γ は 1.5×10^{-8} を示している。800A のとき 1.68 m³/h の流量が最適条件であるとすると，これを q_p の値に換算し理想的熱交換を考えてその 1/1.5 の値をとる。この値はクライオスタット損失としては第3図の横軸 1.5cc/hA に対応する。この点における断面積 A を 800A，80cm の条件で第4図より求めると 6.

た断面積はこの 2.8 倍
4.2°K において $10^{-8}\Omega$・
て行なったものである
大きい抵抗率の銅を用
条件の変化はすでに L
果と非理想的熱交換と
面積の倍率はもっとも

さらに，6.81 mm² の
の条件で(1)，(2)式
て求めた結果を第 10
中の最適条件における
次に 1,000A の最適条
流量の比をとり，その
致がみられる。これら
の γ の値はほぼ $1.5\times$
タット損失を利用した
が得られたといえる。
を利用した電流供給線
供給線の場合は第5図



第 10 図　長さ 80cm，断面積 6.81 mm² の理想的熱交換かつクライオスタット損失を利用した場合の電流供給線の温度分布の計算結果

Fig. 10. Calculated results of the distribution of the temperature in the current lead of the length 80 cm and cross section 6.81 mm² in case of ideal heat exchange with cryostat loss.

の設計が可能であることがいえる。

5. むすび

本報はこれまで具体的に明らかにされていなかったクライオスタット損失を利用した電流供給線の幾何学的条件の決定を目的とした。第3図の結果から，クライオスタット損失の増加により，これを利用した最適条件による電流供給線による侵入熱量を含む全侵入熱量は，正の微分値をもって増加することがわかる。理

損失と最適条件にあ
関係を第4図および
ット損失がなく，
最適条件にある電
よる侵入熱量および
度差を熱交換の関係

実際に作成し，流量
を測定し，これらの
していることを認め
図，第5図および第
損失を利用した電流
確認した。
の考察をまとめると
る液体ヘリウムへの
イオスタット損失が
こう配が零であるこ
の場合においても高
こより最適条件が得
の場合との差は侵入

藤本三治（正員）

大正 11 年 11 月 14 日生。福井大学，大阪大学教授を経て，45 年岐阜大学教授，応用電子工学講座を担当し現在に至る。この間，電磁波の回折・強誘電体の研究に従事。36 年工学博士，強誘電体を用いた熱・電気エネルギー変換器についてアメリカ合衆国 MIT で発表，その後も Brigham Young 大学での高圧力下固体物理学プロジェクトに参加し硝酸ソーダの研究，この題で，国際電気工学シンポジウム（ラホール）に出席，続いて液体静電気工学についてヨーロッパ視察。著書に「強誘電体とその応用」，「電子工業装置」(22巻)，「電気磁気学」などがある。

*

J. Dean Barnett

1959 年 PhD（アメリカ合衆国，University of Utah）

現在 Brigham Young 大学物理学科教授。X線回折，特に高圧力下における物質についてのX線回折の研究に従事。

窒素でいったん冷却
適している。
なかったが，本論文
300°K と 77°K の場
侵入熱量の差はた
かだか 10～20% 程度の差しか異ならないことが計算の過程で認められている。

（昭和 46 年 11 月 10 日受付，同 47 年 6 月 29 日再受付）

文献

(1) V. E. Keilin & E. Yu. Klimenko: Cryogenics **6**, 222 (1966)
(2) G. Fournet et A. Mailfert: C. R. Acad. Sc. Paris **257**, 4153 (1963)
(3) G. Fournet et A. Mailfert: C. R. Acad. Sc. Paris **258**, 103 (1964)
(4) J. M. Lock: Cryogenics **9**, 438 (1969)
(5) J. W. L. Köhler, et al.: Proceedings of the 3 rd Int. Cryogenic Eng. Conf. p. 192 (1970)

UDC 537.226.8: 546.331.75
621.315.612.8.011.5

論 文
48-A 2

高圧力下における硝酸ソーダの強誘電特性

岐阜大学 藤本三治
Brigham Young 大学 J. Dean Barnett

1. まえがき

ある種の結晶は温度に伴って中心対称相から非中心対称相に変化し，ここで自発分極を発生し，その方向が外部電界によって変えられる。このような性質を強誘電性と称し，強誘電性を示すおもな物質に，ロッシェル塩，リン酸二水素カリ，チタン酸バリウム，硫酸グアニジン・アルミニウムなどがある。

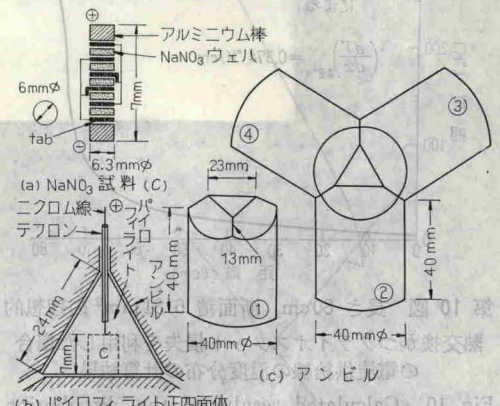
温度を変える代わりに圧力を変化した場合，強誘電性が現われるであろうかということは興味のある問題である。

筆者の一人は，さきにX線回折によって常温で中心対称相を示す硝酸ソーダに高圧力を加えると，47 k bar 以上の圧力で非中心対称相に転ずることを見いだしたが，[1] 今回，硝酸ソーダの非中心対称相において，自発分極・誘電率の圧力依存性，誘電率の直流電界特性などを測定し，この相が強誘電性を示すことを確かめた。

2. 試料と高圧力機

特級硝酸ソーダ ($NaNO_3$：純度 99.5%，20℃での密度 2.257 g/cm³) の過飽和溶液から得られた粗結晶を内径 5cm，長さ 25cm のパイレックスガラス (Pyrex glass) 製るつぼに入れ，これを縦形電気炉の中において 320℃ の温度で溶かした後（溶触点 308℃），2℃/h の速さで温度を 120℃ まで下げ，その後室温まで放冷，スチック (stick) と称する無色の円柱状結晶を作る。[2] 実際に用いた試料はスチックから削り出した硝酸ソーダの粉末で，0.041cm³ の量の粉末を直径 6.3mm で良くみがかれた表面をもつ二本の鋼製円柱状プレスにはさんで 1,500 kg/cm² の圧力を加え薄い円板状とする。これがウェハ (wafer) と呼ばれるもので，1枚の厚さは約 0.28mm である。これら数多くのウェハの中から厚さのそろった5枚を取り出し，1セットとして用いる。1セットの各ウェハの片面に，電極となる直径 6mm，厚さ 0.025mm のアルミニウムはく (tab) を，容積比にして Duco セメント 1：アセトン (acetone) 10 をもつ接着剤でのり付けし，第1図(a)のように電気的に並列に接続，上下2枚のアルミニウム棒の寸法を適当に決め，高さ 7mm の試料 C を作る。この下部アルミニウム棒はそのまま高圧力機のアンビル (anvil) に接して電気特性測定用の⊖極，上部アルミニウム棒はテフロンのエンパイアチューブに通したニクロム線につながれて⊕極となっている。

同図(b)は一辺 24mm の正四面体圧力伝媒体で，パイロフィライト (Pyrophyllite) と呼ばれ，$Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$ の組成をもつ。この中に試料 C を収め静水圧をかけるため，その底面の中心位置に底面と垂直に試料と同寸法の円柱孔（直径 6.3mm，高さ 7mm）



第 1 図 硝酸ソーダ試料と高圧力機の主要部
Fig. 1. Sample of sodium nitrate and main parts of tetrahedral high pressure press.

Ferroelectricity of Sodium Nitrate under High Pressure. By S. FUJIMOTO, Member (Electrical Engineering Department, Gifu University) & J. Dean Barnett, Non-member (Physics Department, Brigham Young University).
藤本三治：正員，岐阜大学工学部教授
J. Dean Barnett: Brigham Young 大学教授