

不均一圧縮下での火成岩のP型半導体的電気特性

竹内 昭洋 [1]; Aydan Omer[2]; 佐柳 敬造 [3]; 長尾 年恭 [1]
[1] 東海大・海洋研・地震予知セ; [2] 東海大・海洋・海洋建工; [3] 東海大・海洋研

P-type Semiconductor Like Electric Properties of Igneous Rocks under Non-uniform Stress

Akihiro Takeuchi[1]; Omer Aydan[2]; Keizo Sayanagi[3]; Toshiyasu Nagao[1]
[1] EPRC, IORD, Tokai Univ.; [2] Marine Civil Eng., Tokai Univ.; [3] IORD, Tokai Univ

<http://www.sems-tokaiuniv.jp/EPRCJ>

According to our laboratory experiments, when a block of air-dried igneous rock is placed under non-uniform pressure, (1) electric currents automatically flow from the stressed volume to the unstressed volume and (2) the surface of the unstressed volume is charged positive. Because quartz-less rocks such as gabbro also generate electric signals, we can assume not a model based on piezoelectric effect but a model that positive charge carriers in the stressed volume are activated and spread away into the unstressed volume. To explain these carries, we focus peroxy bonds ($O_3X-OO-YO_3$ with $X, Y = Si^{4+}, Al^{3+}$, etc.), which are one of the most ubiquitous lattice defects in igneous rock-forming minerals. When this bond is deformed under non-uniform stress, an empty energy level of the bond shifts down into the Valence band and an electron can jump in this level from an oxygen neighboring. As a result, a positive hole at the neighbor oxygen site is activated. This hole can spread away through the Valence band, like charge carriers in a p-type semiconductor material. In this study, based on finite element method analyses of the stress/strain distribution and measurements of thermal electromotive force, we try inspection of the model that an empty energy level shifts down into the Valence band under non-uniform stress.

これまでに行なってきた室内実験より、自然乾燥させた火成岩を不均一に圧縮すると、(1) 圧縮部から非圧縮部の方向への自発電流および(2) 非圧縮部表面の正帯電が検出されている。石英を含まない火成岩にも確認できることから、圧電効果モデルではなく、圧縮部で発生した正孔電荷キャリアが非圧縮部へと拡散しているというモデルが仮定できる。この電荷キャリアを説明するため、火成岩構成鉱物内に最も普遍的に含まれる結晶格子欠陥の一つである過酸化架橋(例: $O_3X-OO-YO_3$ 、 X と Y は Si^{4+} や Al^{3+} など)が注目される。この架橋が不均一圧縮により歪むと、酸素対の空エネルギー準位が価電子帯まで降下し、隣接する酸素から電子がこの準位に遷移することができるようになる。このことにより、その酸素の位置に正孔が発現する。この正孔は、P型半導体中の電荷キャリアのように、価電子帯を通過して拡散することができる。本研究では、有限要素法による応力・ひずみ分布の解析と熱起電力の計測を基に、不均一圧縮による空エネルギー準位の下降が真に起っているかどうかを検証する。