

氏 名	え び さわ ゆ き ひろ 海 老 澤 幸 弘
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	工 博 第 1977 号
学位授与の日付	平 成 12 年 5 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	工 学 研 究 科 材 料 化 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	PREPARATION OF BIOACTIVE AND FERRIMAGNETIC GLASS-CERAMICS FOR HYPERTHERMIA TREATMENT OF CANCER (癌の温熱治療用, 生体活性, フェリ磁性結晶化ガラスの調製)
論文調査委員	(主 査) 教 授 小 久 保 正 教 授 平 尾 一 之 教 授 八 尾 健

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は, 体内に埋入し, 癌を局部的に加温して治療するのに適した加温種を, ガラスを結晶化する方法により調製する指針を追究した結果をまとめたものであって, 緒言, 本論 6 章及び総括からなっている。

緒言では, 癌は熱に弱く, しかも加温されやすいので, 温熱療法は副作用のない癌の有効な治療方法であること, 生体活性を示す材料は生体内でその表面にアパタイト層を形成して互いに結合し, 骨の部分では骨とも結合するので, 患部に安定に固定されること, フェリ磁性を示す材料は交流磁場の下で磁気ヒステリシス損により発熱するので, 生体活性とフェリ磁性を併せ示す材料は癌を局部的に加温して治療する加温種として有用なことを述べている。

第 1 章では, 酸化カルシウムと二酸化ケイ素を 1 : 1 のモル比で含み, 種々の量の酸化鉄を添加した組成のガラスについて, それらの結晶化過程と結晶化物の磁氣的性質を調べた結果を述べている。酸化鉄を 40 重量% 含むケイ酸カルシウムガラスを 950°C で加熱処理すると, ケイ酸カルシウムの連続相中に直径 30nm のマグネタイト結晶を 36 重量% 析出した結晶化ガラスが得られ, 同結晶化ガラスは飽和磁化 32emu/g, 保磁力 500 Oe のフェリ磁性を示すこと, しかし連続相中に 2 原子% の鉄イオンが残ることを明らかにしている。

第 2 章では, 酸化カルシウムと二酸化ケイ素を 1 : 1 のモル比で含む組成に, 種々の金属酸化物を 100 : 3 の重量比で添加した組成のガラスについて, 擬似体液中でそれら表面にアパタイト層が形成されるか否かを調べることににより, それらの生体活性を評価した結果を述べている。同ケイ酸カルシウム組成に酸化ナトリウムあるいは五酸化二リンを添加すると, ガラスの生体活性が増大するが, 酸化鉄を添加するとガラスの生体活性が失われることを明らかにしている。

第 3 章では, 酸化鉄を含むケイ酸カルシウム組成に, 種々の金属酸化物を添加した組成のガラスについて, 擬似体液中でそれら表面にアパタイト層が形成されるか否かを調べることににより, それらの生体活性を評価した結果を述べている。酸化鉄を含むケイ酸カルシウムガラスでも少量の酸化ナトリウム, 三酸化二ホウ素及び五酸化二リンを添加すると, 生体活性を示すようになることを明らかにしている。

第 4 章では, 酸化鉄 40, 酸化カルシウム 29, 二酸化ケイ素 31, 三酸化二ホウ素 3, 五酸化二リン 3 (重量比) 組成のガラスについて, その加熱処理による結晶化過程と, 結晶化物の生体活性と磁氣的性質を調べた結果を述べている。同ガラスを活性炭で覆い, 1050°C で加熱処理すると, ケイ酸カルシウムを主成分とする連続相中に, 直径 200nm のマグネタイト結晶を析出した結晶化ガラスが得られ, 同結晶化ガラスは擬似体液中でその表面にアパタイトを形成して生体活性を示すと共に, 飽和磁化 32emu/g, 保磁力 120 Oe のフェリ磁性を示すこと, しかし擬似体液中で形成されるアパタイト層は結晶化ガラスから剝離しやすいことを明らかにしている。

第 5 章では, 第 4 章の結晶化ガラスから少し変化させた組成の結晶化ガラスについて, これらを擬似体液に浸漬した時の表面構造変化を詳しく調べた結果を述べている。第 4 章の組成から三酸化二ホウ素を除き, 加えて酸化カルシウムと二酸化ケイ素の重量比を 32 : 31 に変化させると, 擬似体液中でアパタイト層を形成し, しかもそれが剝離し難い, 生体活性, フ

ェリ磁性結晶化ガラスが得られることを明らかにしている。

第6章では、二種類の交流磁場発生装置を試作し、第4章で得られた結晶化ガラスの顆粒を骨髓モデル及び血管モデルに充填し、交流磁場の下に置いた時の発熱特性を調べた結果を述べている。同結晶化ガラスの顆粒を豚の大腿骨骨髓部に充填し、100kHz 300 Oeの交流磁場の下に置くと、骨の外表面が5分以内に癌の治療に有効な43℃迄加温され、また同結晶化ガラスを直径1.2mmのテフロンチューブに詰め、寒天ファントムで包み、同交流磁場の下に置くと、チューブ外表面が10分以内に5℃加温されることを明らかにしている。

総括では、本研究の結果の概要を述べ、酸化鉄を多量に含み、ケイ酸カルシウムを主成分とするガラスを加熱処理する方法によれば、ケイ酸カルシウムを主成分とする連続相中にマグネタイト結晶が析出した結晶化ガラスが得られ、同結晶化ガラスは適度の生体活性とフェリ磁性を併せ示すので、体内に埋入し、癌を局部的に加温して治療するのに適した加温種として有用であると結論している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、体内に埋入し、癌を局部的に加温して治療するのに適した、生体活性とフェリ磁性を併せ示す加温種を、ガラスを結晶化する方法により調製する指針を追究した成果をまとめたものであり、得られた主な成果は次のとおりである。

1. 酸化鉄を多量に含むケイ酸カルシウムガラスを加熱処理すると、ケイ酸カルシウムの連続相中にフェリ磁性を示すマグネタイト粒子を析出した結晶化ガラスが得られることを明らかにした。
2. ケイ酸カルシウムガラスは、擬似体液中でその表面にアパタイトを形成する生体活性を示すが、ごく少量でも酸化鉄を含むと、アパタイトを形成しなくなることを明らかにした。
3. 酸化鉄を含むケイ酸カルシウムガラスでも、少量の三酸化二ホウ素や五酸化二リンを添加すると、擬似体液中でその表面にアパタイトを析出するようになることを明らかにした。
4. 少量の五酸化二リンを添加した酸化鉄含有ケイ酸カルシウムガラスを加熱処理すると、適度の生体活性とフェリ磁性を併せ示す結晶化ガラスが得られることを明らかにした。
5. 同結晶化ガラスの顆粒を、豚の大腿骨骨髓部に詰め、100キロヘルツ、300エルステッドの交流磁場の下に置くと、骨の外表面が、癌の治療に有効な43℃迄加温されることを明らかにした。

以上、要するに本論文は、体内に埋入し、癌を局部的に加温して治療するのに適した生体活性とフェリ磁性を併せ示す加温種を、ガラスを結晶化する方法により調製する指針を明らかにした成果をまとめたものであり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また平成12年4月21日、論文内容とそれに関連した試問を行った結果、合格と認めた。