

氏名	中山健一
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	甲博理工第469号
学位授与年月日	平成26年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
学位論文題目	モータ固定子内部で発生する絶縁不良箇所検出に関する研究
審査会	主査 鹿子嶋 憲一 委員 梅比良 正弘 委員 栗原 和美 委員 武田 茂樹 委員 小山田 弥平

論文内容の要旨

In modern automobiles, the ratio of the electric motors used has been increasing every year. Therefore, it is important to produce motors with high quality in automobile manufacturing. The quality of the motors depends on insulation characteristics of the stator coil. And the strict insulation test being conducted during the manufacturing process of the stator ensures quality of coil. However, this test cannot show the defect point of the insulation and so it is difficult to rework or repair the stator. If we could know the insulation defect point, the stator can be reused by minor repair and the improving productivity.

In a large scaled motor for use in a power plant, the electrical partial discharge due to the insulation defect at the stator coil, has been monitored by non-wired measuring systems. However, this monitoring system does not determine whether the motor works normally or not, and is not used to predict the location of the electric partial discharge point. We are able to measure the electromagnetic radiation caused by partial discharge at defects and determine location. Artificially we made an insulation defect at the edge of the stator core. In order to cause partial discharge, we peeled off enamel film of wire. The enamel wire conductor is exposed from the insulating paper.

Chapter 4 shows the measurement method. A shielded loop antenna measures range 5MHz-1000MHz of the frequency by using Anritsu's EMI probe MA2601 B. The digital oscilloscope used is Tektronix's DPO4104. Applied voltage was measured with the oscilloscope by using a high voltage probe of 1000:1. The antenna is terminated with $50\ \Omega$ at input point of the oscilloscope. The shielded loop horizontal and vertical antenna is placed in close proximity of the inside of stator.

Chapter 5 shows a probability distribution of with and without insulation defect of the stator sample. From these results we can conclude that location of defect is available by applying equal to or higher voltage than PDIV, with electromagnetic radiation.

In this paper, we propose the measuring system of electromagnetic radiation to predict the insulation defect point due to electric partial discharge. Chapter 6 is concluded with major remarks.

論文審査の結果の要旨

【学位論文の要旨】 本論文は、インバータ駆動3相交流モータのステータ部巻き線部の絶縁不良箇所を、絶縁耐力試験時に、絶縁不良に伴って発生する放電を電磁的に検出し、モータ製造工程にフィードバックすることで、製品の信頼性向上、部留まり向上に貢献することを目指した研究の成果をまとめたものである。従来同様技術では絶縁不良有無の判定のみに留まっていたものを、場所特定にまで発展させることに成功している。1章では研究の背景、論文の構成、2章では自動車用モータの構造、特性、技術的課題を整理している。3～5章では測定方法の提案と手順、放電電磁波検出のためのループアンテナの配置方法の検討結果、放電検出電圧測定値とその性質、及びこれらの測定結果をもとに、絶縁不良箇所である放電部位を特定するアルゴリズムの提示と測定データによる検証結果を述べている。6章で論文全体を総括し、結論をまとめている。

【論文の特徴・学術上の寄与】 本論文の特徴は、不確定な放電現象観測データを客観性のあるものとするために、種々の工夫を凝らし実際に実施できる測定法とするための根拠と具体的手順を示したことにある。すなわちモータのステータ巻き線とステータコア間に正弦波電圧を印加したとき、部分放電による電磁波のスペクトラムが周波数 30MHz と 100MHz において出力が大きくなり、時間波形のサンプリングは 30MHz の 2 倍以上である 100MHz とすればよいことを明らかにした。また磁界を検出する微小ループアンテナの設定について検討した結果、ステータ巻き線の面(円筒側面)にループ面を平行としたときアンテナ出力が大きいことを明らかにした。さらに絶縁不良部位置と電磁波検出レベルの関係を明らかにするため、擬似的に絶縁不良箇所を設け、アンテナプローブの位置を変えて電磁波発生量を測定した。そして同じ測定を 10 回繰り返すことにより、発生量が最大となる箇所の頻度データを取得した結果、絶縁不良箇所では最悪 50% 以上の頻度で最大となることがわかり、これにより絶縁不良箇所を高い精度で推定できることを明らかにした。

最後にこれらの実測データをもとに、絶縁不良箇所を特定する測定手順を提示し、放電現象観測により絶縁不良箇所を診断できることを明らかにした。学術的価値に優れた研究であると同時に産業上の観点からも有益な成果といえる。

【判定】 以上を総合して、当審査会は中山健一君の論文を茨城大学理工学研究科博士後期課程における博士（工学）の学位論文に値すると判断し、合格と判定した。