

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7370468号  
(P7370468)

(45)発行日 令和5年10月27日(2023.10.27)

(24)登録日 令和5年10月19日(2023.10.19)

(51)国際特許分類

F I

H 0 2 K 3/28 (2006.01)

H 0 2 K 3/28 K

H 0 2 K 3/28 M

請求項の数 9 (全27頁)

(21)出願番号	特願2022-536086(P2022-536086)	(73)特許権者	000006013
(86)(22)出願日	令和2年7月17日(2020.7.17)		三菱電機株式会社
(86)国際出願番号	PCT/JP2020/027798		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(87)国際公開番号	WO2022/014031	(74)代理人	100116964
(87)国際公開日	令和4年1月20日(2022.1.20)		弁理士 山形 洋一
審査請求日	令和4年7月4日(2022.7.4)	(74)代理人	100120477
			弁理士 佐藤 賢改
		(74)代理人	100135921
			弁理士 篠原 昌彦
		(74)代理人	100083840
			弁理士 前田 実
		(72)発明者	石川 淳史
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
			三菱電機株式会社内
		(72)発明者	松岡 篤

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 固定子、電動機、圧縮機、及び空気調和機

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

9 × n 個 ( n は 1 以上の整数 ) のスロットを有する固定子鉄心と、  
前記固定子鉄心に分布巻きで取り付けられており、 4 × n 個の磁極を形成する 3 相コイルと  
を備え、  
前記 3 相コイルは、前記 3 相コイルのコイルエンドにおいて、 2 × n 個の U 相コイル、  
2 × n 個の V 相コイル、及び 2 × n 個の W 相コイルを有し、  
前記 2 × n 個の U 相コイルは直列に接続されており、  
前記 2 × n 個の V 相コイルは直列に接続されており、  
前記 2 × n 個の W 相コイルは直列に接続されており、  
前記 2 × n 個の U 相コイル、前記 2 × n 個の V 相コイル、及び前記 2 × n 個の W 相コイルの各々は、 2 スロットピッチで前記固定子鉄心に配置された n 個の第 1 のコイルと、 3 スロットピッチで前記固定子鉄心に配置された n 個の第 2 のコイルとを含み、  
前記 n 個の第 1 のコイルは、前記コイルエンドにおいて、周方向に 3 6 0 / n 度ごとに等間隔に配置されており、  
前記 n 個の第 2 のコイルは、前記コイルエンドにおいて、前記周方向に 3 6 0 / n 度ごとに等間隔に配置されており、  
前記 n 個の第 1 のコイルの各々の巻数を N 1 とし、前記 n 個の第 2 のコイルの各々の巻数を N 2 とすると、 0 . 9 2 8 N 1 / N 2 < 2、又は 2 < N 1 / N 2 3 . 2 9 4 を満

たし、

基本波及び高調波に対する巻線係数と短節巻係数とが等しい  
固定子。

【請求項 2】

9 × n 個 ( n は 1 以上の整数 ) のスロットを有する固定子鉄心と、  
前記固定子鉄心に分布巻きで取り付けられており、 4 × n 個の磁極を形成する 3 相コイルと

を備え、

前記 3 相コイルは、前記 3 相コイルのコイルエンドにおいて、 2 × n 個の U 相コイル、  
2 × n 個の V 相コイル、及び 2 × n 個の W 相コイルを有し、

前記 2 × n 個の U 相コイルは直列に接続されており、

前記 2 × n 個の V 相コイルは直列に接続されており、

前記 2 × n 個の W 相コイルは直列に接続されており、

前記 2 × n 個の U 相コイル、前記 2 × n 個の V 相コイル、及び前記 2 × n 個の W 相コイルの各々は、 2 スロットピッチで前記固定子鉄心に配置された n 個の第 1 のコイルと、 3 スロットピッチで前記固定子鉄心に配置された n 個の第 2 のコイルとを含み、

前記 n 個の第 1 のコイルは、前記コイルエンドにおいて、周方向に 360 / n 度ごとに等間隔に配置されており、

前記 n 個の第 2 のコイルは、前記コイルエンドにおいて、前記周方向に 360 / n 度ごとに等間隔に配置されており、

前記 n 個の第 1 のコイルの各々の巻数を N1 とし、前記 n 個の第 2 のコイルの各々の巻数を N2 とすると、 $1.117 \leq N1 / N2 \leq 1.634$ 、又は  $2.244 \leq N1 / N2 \leq 2.876$  を満たし、

基本波及び高調波に対する巻線係数と短節巻係数とが等しい

固定子。

【請求項 3】

9 × n 個 ( n は 1 以上の整数 ) のスロットを有する固定子鉄心と、  
前記固定子鉄心に分布巻きで取り付けられており、 4 × n 個の磁極を形成する 3 相コイルと

を備え、

前記 3 相コイルは、前記 3 相コイルのコイルエンドにおいて、 2 × n 個の U 相コイル、  
2 × n 個の V 相コイル、及び 2 × n 個の W 相コイルを有し、

前記 2 × n 個の U 相コイルは直列に接続されており、

前記 2 × n 個の V 相コイルは直列に接続されており、

前記 2 × n 個の W 相コイルは直列に接続されており、

前記 2 × n 個の U 相コイル、前記 2 × n 個の V 相コイル、及び前記 2 × n 個の W 相コイルの各々は、 2 スロットピッチで前記固定子鉄心に配置された n 個の第 1 のコイルと、 3 スロットピッチで前記固定子鉄心に配置された n 個の第 2 のコイルとを含み、

前記 n 個の第 1 のコイルは、前記コイルエンドにおいて、周方向に 360 / n 度ごとに等間隔に配置されており、

前記 n 個の第 2 のコイルは、前記コイルエンドにおいて、前記周方向に 360 / n 度ごとに等間隔に配置されており、

前記 n 個の第 1 のコイルの各々の巻数を N1 とし、前記 n 個の第 2 のコイルの各々の巻数を N2 とすると、 $0.928 \leq N1 / N2 < 2$  を満たし、

基本波及び高調波に対する巻線係数と短節巻係数とが等しい

固定子。

【請求項 4】

9 × n 個 ( n は 1 以上の整数 ) のスロットを有する固定子鉄心と、  
前記固定子鉄心に分布巻きで取り付けられており、 4 × n 個の磁極を形成する 3 相コイルと

を備え、

前記 3 相コイルは、前記 3 相コイルのコイルエンドにおいて、 $2 \times n$  個の U 相コイル、 $2 \times n$  個の V 相コイル、及び  $2 \times n$  個の W 相コイルを有し、

前記  $2 \times n$  個の U 相コイルは直列に接続されており、

前記  $2 \times n$  個の V 相コイルは直列に接続されており、

前記  $2 \times n$  個の W 相コイルは直列に接続されており、

前記  $2 \times n$  個の U 相コイル、前記  $2 \times n$  個の V 相コイル、及び前記  $2 \times n$  個の W 相コイルの各々は、2 スロットピッチで前記固定子鉄心に配置された  $n$  個の第 1 のコイルと、3 スロットピッチで前記固定子鉄心に配置された  $n$  個の第 2 のコイルとを含み、

前記  $n$  個の第 1 のコイルは、前記コイルエンドにおいて、周方向に  $360 / n$  度ごとに等間隔に配置されており、

10

前記  $n$  個の第 2 のコイルは、前記コイルエンドにおいて、前記周方向に  $360 / n$  度ごとに等間隔に配置されており、

前記  $n$  個の第 1 のコイルの各々の巻数を  $N_1$  とし、前記  $n$  個の第 2 のコイルの各々の巻数を  $N_2$  とすると、 $2 < N_1 / N_2 \leq 3.294$  を満たし、

基本波及び高調波に対する巻線係数と短節巻係数とが等しい

固定子。

【請求項 5】

前記  $2 \times n$  個の U 相コイル、前記  $2 \times n$  個の V 相コイル、及び前記  $2 \times n$  個の W 相コイルは、Y 結線で接続されている請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の固定子。

20

【請求項 6】

前記固定子の分布巻係数は、1 である請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の固定子。

【請求項 7】

請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の固定子と、

前記固定子の内側に配置された回転子と

を備えた電動機。

【請求項 8】

密閉容器と、

前記密閉容器内に配置された圧縮装置と、

前記圧縮装置を駆動する請求項 7 に記載の電動機と

を備えた圧縮機。

30

【請求項 9】

請求項 8 に記載の圧縮機と、

熱交換器と

を備えた空気調和機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、電動機用の固定子に関する。

【背景技術】

40

【0002】

一般に、3 相コイルを有する固定子が知られている（例えば、特許文献 1）。特許文献 1 に開示された固定子鉄心は、24 個のスロットを持ち、3 相コイルは 8 磁極を形成し、1 磁極に対するスロット数は、3 である。この固定子では、各相のコイルが 3 スロット毎に配置されており、重ね巻きで固定子鉄心に取り付けられており、各スロットに同じ相の 2 つのコイルが配置されている。この場合、この固定子は、回転子からの磁束を 100% 利用できるという利点がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

50

【文献】実開昭 5 3 - 1 1 4 0 1 2 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 4】

一般に、基本波の巻線係数及び高調波の巻線係数が大きくなるにつれて、電動機における振動が増加する。従来の技術では、高調波の巻線係数を減らすことができて、同時に基本波の巻線係数も減り、その結果、固定子における有効磁束量が十分に得られず、電動機の効率（電動機効率とも称する）が低下する。

【0 0 0 5】

本開示の目的は、固定子における基本波の巻線係数を大きく損ねることなく、高調波の巻線係数を低減することである。

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 6】

本開示の一態様に係る固定子は、  
 $9 \times n$  個（ $n$  は 1 以上の整数）のスロットを有する固定子鉄心と、  
 前記固定子鉄心に分布巻きで取り付けられており、 $4 \times n$  個の磁極を形成する 3 相コイルと

を備え、

前記 3 相コイルは、前記 3 相コイルのコイルエンドにおいて、 $2 \times n$  個の U 相コイル、 $2 \times n$  個の V 相コイル、及び  $2 \times n$  個の W 相コイルを有し、

前記  $2 \times n$  個の U 相コイルは直列に接続されており、

前記  $2 \times n$  個の V 相コイルは直列に接続されており、

前記  $2 \times n$  個の W 相コイルは直列に接続されており、

前記  $2 \times n$  個の U 相コイル、前記  $2 \times n$  個の V 相コイル、及び前記  $2 \times n$  個の W 相コイルの各々は、2 スロットピッチで前記固定子鉄心に配置された  $n$  個の第 1 のコイルと、3 スロットピッチで前記固定子鉄心に配置された  $n$  個の第 2 のコイルとを含み、

前記  $n$  個の第 1 のコイルは、前記コイルエンドにおいて、周方向に  $360 / n$  度ごとに等間隔に配置されており、

前記  $n$  個の第 2 のコイルは、前記コイルエンドにおいて、前記周方向に  $360 / n$  度ごとに等間隔に配置されており、

前記  $n$  個の第 1 のコイルの各々の巻数を  $N_1$  とし、前記  $n$  個の第 2 のコイルの各々の巻数を  $N_2$  とすると、 $0.928 \leq N_1 / N_2 < 2$ 、又は  $2 < N_1 / N_2 \leq 3.294$  を満たし、

基本波及び高調波に対する巻線係数と短節巻係数とが等しい。

本開示の他の態様に係る固定子は、

$9 \times n$  個（ $n$  は 1 以上の整数）のスロットを有する固定子鉄心と、

前記固定子鉄心に分布巻きで取り付けられており、 $4 \times n$  個の磁極を形成する 3 相コイルと

を備え、

前記 3 相コイルは、前記 3 相コイルのコイルエンドにおいて、 $2 \times n$  個の U 相コイル、 $2 \times n$  個の V 相コイル、及び  $2 \times n$  個の W 相コイルを有し、

前記  $2 \times n$  個の U 相コイルは直列に接続されており、

前記  $2 \times n$  個の V 相コイルは直列に接続されており、

前記  $2 \times n$  個の W 相コイルは直列に接続されており、

前記  $2 \times n$  個の U 相コイル、前記  $2 \times n$  個の V 相コイル、及び前記  $2 \times n$  個の W 相コイルの各々は、2 スロットピッチで前記固定子鉄心に配置された  $n$  個の第 1 のコイルと、3 スロットピッチで前記固定子鉄心に配置された  $n$  個の第 2 のコイルとを含み、

前記  $n$  個の第 1 のコイルは、前記コイルエンドにおいて、周方向に  $360 / n$  度ごとに等間隔に配置されており、

前記  $n$  個の第 2 のコイルは、前記コイルエンドにおいて、前記周方向に  $360 / n$  度ご

とに等間隔に配置されており、

前記  $n$  個の第 1 のコイルの各々の巻数を  $N_1$  とし、前記  $n$  個の第 2 のコイルの各々の巻数を  $N_2$  とすると、 $1.117 \leq N_1 / N_2 \leq 1.634$ 、又は  $2.244 \leq N_1 / N_2 \leq 2.876$  を満たし、

基本波及び高調波に対する巻線係数と短節巻係数とが等しい。

本開示の他の態様に係る固定子は、

$9 \times n$  個 ( $n$  は 1 以上の整数) のスロットを有する固定子鉄心と、

前記固定子鉄心に分布巻きで取り付けられており、 $4 \times n$  個の磁極を形成する 3 相コイルと

を備え、

前記 3 相コイルは、前記 3 相コイルのコイルエンドにおいて、 $2 \times n$  個の U 相コイル、 $2 \times n$  個の V 相コイル、及び  $2 \times n$  個の W 相コイルを有し、

前記  $2 \times n$  個の U 相コイルは直列に接続されており、

前記  $2 \times n$  個の V 相コイルは直列に接続されており、

前記  $2 \times n$  個の W 相コイルは直列に接続されており、

前記  $2 \times n$  個の U 相コイル、前記  $2 \times n$  個の V 相コイル、及び前記  $2 \times n$  個の W 相コイルの各々は、2 スロットピッチで前記固定子鉄心に配置された  $n$  個の第 1 のコイルと、3 スロットピッチで前記固定子鉄心に配置された  $n$  個の第 2 のコイルとを含み、

前記  $n$  個の第 1 のコイルは、前記コイルエンドにおいて、周方向に  $360 / n$  度ごとに等間隔に配置されており、

前記  $n$  個の第 2 のコイルは、前記コイルエンドにおいて、前記周方向に  $360 / n$  度ごとに等間隔に配置されており、

前記  $n$  個の第 1 のコイルの各々の巻数を  $N_1$  とし、前記  $n$  個の第 2 のコイルの各々の巻数を  $N_2$  とすると、 $1.347 \leq N_1 / N_2 \leq 2.532$  を満たし、

基本波及び高調波に対する巻線係数と短節巻係数とが等しい。

本開示の他の態様に係る固定子は、

$9 \times n$  個 ( $n$  は 1 以上の整数) のスロットを有する固定子鉄心と、

前記固定子鉄心に分布巻きで取り付けられており、 $4 \times n$  個の磁極を形成する 3 相コイルと

を備え、

前記 3 相コイルは、前記 3 相コイルのコイルエンドにおいて、 $2 \times n$  個の U 相コイル、 $2 \times n$  個の V 相コイル、及び  $2 \times n$  個の W 相コイルを有し、

前記  $2 \times n$  個の U 相コイルは直列に接続されており、

前記  $2 \times n$  個の V 相コイルは直列に接続されており、

前記  $2 \times n$  個の W 相コイルは直列に接続されており、

前記  $2 \times n$  個の U 相コイル、前記  $2 \times n$  個の V 相コイル、及び前記  $2 \times n$  個の W 相コイルの各々は、2 スロットピッチで前記固定子鉄心に配置された  $n$  個の第 1 のコイルと、3 スロットピッチで前記固定子鉄心に配置された  $n$  個の第 2 のコイルとを含み、

前記  $n$  個の第 1 のコイルは、前記コイルエンドにおいて、周方向に  $360 / n$  度ごとに等間隔に配置されており、

前記  $n$  個の第 2 のコイルは、前記コイルエンドにおいて、前記周方向に  $360 / n$  度ごとに等間隔に配置されており、

前記  $n$  個の第 1 のコイルの各々の巻数を  $N_1$  とし、前記  $n$  個の第 2 のコイルの各々の巻数を  $N_2$  とすると、 $0.928 \leq N_1 / N_2 < 2$  を満たし、

基本波及び高調波に対する巻線係数と短節巻係数とが等しい。

本開示の他の態様に係る固定子は、

$9 \times n$  個 ( $n$  は 1 以上の整数) のスロットを有する固定子鉄心と、

前記固定子鉄心に分布巻きで取り付けられており、 $4 \times n$  個の磁極を形成する 3 相コイルと

を備え、

10

20

30

40

50

前記 3 相コイルは、前記 3 相コイルのコイルエンドにおいて、 $2 \times n$  個の U 相コイル、 $2 \times n$  個の V 相コイル、及び  $2 \times n$  個の W 相コイルを有し、

前記  $2 \times n$  個の U 相コイルは直列に接続されており、

前記  $2 \times n$  個の V 相コイルは直列に接続されており、

前記  $2 \times n$  個の W 相コイルは直列に接続されており、

前記  $2 \times n$  個の U 相コイル、前記  $2 \times n$  個の V 相コイル、及び前記  $2 \times n$  個の W 相コイルの各々は、2 スロットピッチで前記固定子鉄心に配置された  $n$  個の第 1 のコイルと、3 スロットピッチで前記固定子鉄心に配置された  $n$  個の第 2 のコイルとを含み、

前記  $n$  個の第 1 のコイルは、前記コイルエンドにおいて、周方向に  $360 / n$  度ごとに等間隔に配置されており、

前記  $n$  個の第 2 のコイルは、前記コイルエンドにおいて、前記周方向に  $360 / n$  度ごとに等間隔に配置されており、

前記  $n$  個の第 1 のコイルの各々の巻数を  $N_1$  とし、前記  $n$  個の第 2 のコイルの各々の巻数を  $N_2$  とすると、 $2 < N_1 / N_2 \leq 3.294$  を満たし、

基本波及び高調波に対する巻線係数と短節巻係数とが等しい。

本開示の他の態様に係る電動機は、

前記固定子と、

前記固定子の内側に配置された回転子とを備える。

本開示の他の態様に係る圧縮機は、

密閉容器と、

前記密閉容器内に配置された圧縮装置と、

前記圧縮装置を駆動する前記電動機と

を備える。

本開示の他の態様に係る空気調和機は、

前記圧縮機と、

熱交換器と

を備える。

【発明の効果】

【0007】

本開示によれば、固定子における基本波の巻線係数を大きく損ねることなく、高調波の巻線係数を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図 1】実施の形態 1 に係る電動機の構造を概略的に示す上面図である。

【図 2】固定子の構造を概略的に示す上面図である。

【図 3】3 相コイルを概略的に示す図である。

【図 4】3 相コイルを固定子鉄心内に挿入するための挿入器具の例を示す図である。

【図 5】3 相コイルを固定子鉄心内に挿入する工程の例を示す図である。

【図 6】3 相コイルを固定子鉄心内に挿入する工程の例を示す図である。

【図 7】比較例に係る電動機を示す上面図である。

【図 8】図 7 に示される固定子のスロット内の 3 相コイルの配置を示す図である。

【図 9】基本波の巻線係数を示すグラフである。

【図 10】3 次の巻線係数を示すグラフである。

【図 11】5 次の巻線係数の絶対値を示すグラフである。

【図 12】7 次の巻線係数の絶対値を示すグラフである。

【図 13】基本波に対する高調波（具体的には、5 次、7 次）の巻線係数の含有率を示すグラフである。

【図 14】3 次の巻線係数、5 次の巻線係数、及び 7 次の巻線係数を示すグラフである。

【図 15】変形例に係る電動機の構造を概略的に示す上面図である。

10

20

30

40

50

【図 16】変形例に係る電動機の回転子の構造を概略的に示す断面図である。

【図 17】変形例に係る電動機の固定子の構造を概略的に示す上面図である。

【図 18】変形例に係る電動機のスロット内の 3 相コイルの配置を示す図である。

【図 19】変形例に係る電動機の 3 相コイルを概略的に示す図である。

【図 20】実施の形態 2 に係る圧縮機の構造を概略的に示す断面図である。

【図 21】実施の形態 3 に係る冷凍空調装置の構成を概略的に示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

実施の形態 1 .

各図に示される  $x y z$  直交座標系において、 $z$  軸方向 ( $z$  軸) は、電動機 1 の軸線  $A x$  と平行な方向を示し、 $x$  軸方向 ( $x$  軸) は、 $z$  軸方向 ( $z$  軸) に直交する方向を示し、 $y$  軸方向 ( $y$  軸) は、 $z$  軸方向及び  $x$  軸方向の両方に直交する方向を示す。軸線  $A x$  は、固定子 3 の中心であり、回転子 2 の回転中心でもある。軸線  $A x$  と平行な方向は、「回転子 2 の軸方向」又は単に「軸方向」ともいう。径方向は、回転子 2 又は固定子 3 の半径方向であり、軸線  $A x$  と直交する方向である。 $x y$  平面は、軸方向と直交する平面である。矢印  $D 1$  は、軸線  $A x$  を中心とする周方向を示す。回転子 2 又は固定子 3 の周方向を、単に「周方向」ともいう。

10

【0010】

電動機 1

図 1 は、実施の形態 1 に係る電動機 1 の構造を概略的に示す上面図である。

20

【0011】

電動機 1 は、複数の磁極を持つ回転子 2 と、固定子 3 と、回転子 2 に固定されたシャフト 4 とを有する。電動機 1 は、例えば、永久磁石同期電動機である。

【0012】

回転子 2 は、固定子 3 の内側に回転可能に配置されている。回転子 2 と固定子 3 との間には、エアギャップが存在する。回転子 2 は、軸線  $A x$  を中心として回転する。

【0013】

回転子 2 は、回転子鉄心 2 1 と、複数の永久磁石 2 2 とを有する。

【0014】

回転子鉄心 2 1 は、複数の磁石挿入孔 2 1 1 と、シャフト 4 が配置されるシャフト孔 2 1 2 とを有する。回転子鉄心 2 1 は、各磁石挿入孔 2 1 1 に連通する空間である少なくとも 1 つのフラックスバリア部をさらに有してもよい。

30

【0015】

本実施の形態では、回転子 2 は、複数の永久磁石 2 2 を有する。各永久磁石 2 2 は、各磁石挿入孔 2 1 1 内に配置されている。

【0016】

1 つの永久磁石 2 2 が、回転子 2 の 1 磁極、すなわち、N 極又は S 極を形成する。ただし、2 以上の永久磁石 2 2 が回転子 2 の 1 磁極を形成してもよい。

【0017】

本実施の形態では、 $x y$  平面において、回転子 2 の 1 磁極を形成する 1 つの永久磁石 2 2 は、真っ直ぐに配置されている。ただし、 $x y$  平面において、回転子 2 の 1 磁極を形成する 1 組の永久磁石 2 2 が、V 字形状を持つように配置されていてもよい。

40

【0018】

回転子 2 の各磁極の中心は、回転子 2 の N 極又は S 極の中心に位置する。回転子 2 の各磁極 (単に「各磁極」又は「磁極」とも称する) とは、回転子 2 の N 極又は S 極の役目をする領域を意味する。

【0019】

固定子 3

図 2 は、固定子 3 の構造を概略的に示す上面図である。

図 3 は、3 相コイル 3 2 を概略的に示す図である。

50

図 1 及び図 2 に示されるように、固定子 3 は、固定子鉄心 3 1 と、固定子鉄心 3 1 に分布巻きで取り付けられた 3 相コイル 3 2 とを有する。

【 0 0 2 0 】

固定子鉄心 3 1 は、3 相コイル 3 2 が配置される  $9 \times n$  個 ( $n$  は 1 以上の整数) のスロット 3 1 1 を有する。本実施の形態では、 $n = 1$  である。したがって、図 1 及び図 2 に示される例では、固定子鉄心 3 1 は、9 個のスロット 3 1 1 を有する。

【 0 0 2 1 】

3 相コイル 3 2 (すなわち、各相のコイル) は、スロット 3 1 1 内に配置されたコイルサイドと、スロット 3 1 1 内に配置されていないコイルエンド 3 2 a とを持つ。各コイルエンド 3 2 a は、軸方向における 3 相コイル 3 2 の端部である。

【 0 0 2 2 】

3 相コイル 3 2 は、各コイルエンド 3 2 a において、 $2 \times n$  個の U 相コイル 3 2 U、 $2 \times n$  個の V 相コイル 3 2 V、及び  $2 \times n$  個の W 相コイル 3 2 W を有する (図 1)。すなわち、3 相コイル 3 2 は、第 1 相、第 2 相、及び第 3 相の 3 相を持つ。例えば、第 1 相は U 相であり、第 2 相は V 相であり、第 3 相は W 相である。本実施の形態では、3 相の各々を、U 相、V 相、及び W 相と称する。 $2 \times n$  個の U 相コイル 3 2 U を「U 相コイル群」とも称し、 $2 \times n$  個の V 相コイル 3 2 V を「V 相コイル群」とも称し、 $2 \times n$  個の W 相コイル 3 2 W を「W 相コイル群」とも称する。U 相コイル群、V 相コイル群、及び W 相コイル群の各々を、「各相のコイル群」とも称する。

【 0 0 2 3 】

各相のコイル群は、 $n$  個の第 1 のコイルと、 $n$  個の第 2 のコイルとを含む。各第 1 のコイルは、2 スロットピッチで固定子鉄心 3 1 に配置されている。各第 2 のコイルは、3 スロットピッチで固定子鉄心 3 1 に配置されている。各第 1 のコイル及び各第 2 のコイルを単に「コイル」とも称する。

【 0 0 2 4 】

2 スロットピッチとは、「2 スロット毎」を意味する。すなわち、2 スロットピッチとは、1 つのコイルが 2 スロット毎にスロット 3 1 1 に配置されることを意味する。言い換えると、2 スロットピッチとは、1 つのコイルが 1 スロットおきにスロット 3 1 1 に配置されることを意味する。

【 0 0 2 5 】

3 スロットピッチとは、「3 スロット毎」を意味する。すなわち、3 スロットピッチとは、1 つのコイルが 3 スロット毎にスロット 3 1 1 に配置されることを意味する。言い換えると、3 スロットピッチとは、1 つのコイルが 2 スロットおきにスロット 3 1 1 に配置されることを意味する。

【 0 0 2 6 】

本実施の形態では、 $n = 1$  である。したがって、図 1 に示される例では、コイルエンド 3 2 a において、3 相コイル 3 2 は、2 個の U 相コイル 3 2 U、2 個の V 相コイル 3 2 V、及び 2 個の W 相コイル 3 2 W を持っている。ただし、各相のコイルの数は、2 個に限定されない。本実施の形態では、固定子 3 は、2 つのコイルエンド 3 2 a において、図 1 に示される構造を持っている。ただし、固定子 3 は、2 つのコイルエンド 3 2 a の一方において、図 1 に示される構造を持っていればよい。

【 0 0 2 7 】

3 相コイル 3 2 に電流が流れたとき、3 相コイル 3 2 は、 $4 \times n$  個の磁極を形成する。本実施の形態では、 $n = 1$  である。したがって、本実施の形態では、3 相コイル 3 2 に電流が流れたとき、3 相コイル 3 2 は、4 磁極を形成する。

【 0 0 2 8 】

図 3 に示されるように、 $2 \times n$  個の U 相コイル 3 2 U (すなわち、第 1 のコイル U 1 及び第 2 のコイル U 2)、 $2 \times n$  個の V 相コイル 3 2 V (すなわち、第 1 のコイル V 1 及び第 2 のコイル V 2)、及び  $2 \times n$  個の W 相コイル 3 2 W (すなわち、第 1 のコイル W 1 及び第 2 のコイル W 2) は、例えば、Y 結線で接続されている。ただし、 $2 \times n$  個の U 相コ

10

20

30

40

50



イル 3 2 U、 $2 \times n$  個の V 相コイル 3 2 V、及び  $2 \times n$  個の W 相コイル 3 2 W は、Y 結線以外の結線、例えば、デルタ結線で接続されていてもよい。

【0029】

各相の  $n$  個の第 1 のコイルは、各コイルエンド 3 2 a において、周方向に  $360/n$  度ごとに等間隔に配置されている。例えば、 $n = 1$  の場合、各相の第 1 のコイルは、各コイルエンド 3 2 a において任意の位置に配置されている。各相の  $n$  個の第 2 のコイルは、各コイルエンド 3 2 a において、周方向に  $360/n$  度ごとに等間隔に配置されている。例えば、 $n = 1$  の場合、各相の第 2 のコイルは、各コイルエンド 3 2 a において任意の位置に配置されている。各第 1 のコイル及び各第 2 のコイルを、単にコイルとも称する。

【0030】

U 相コイル 3 2 U

図 2 に示されるように、 $2 \times n$  個の U 相コイル 3 2 U は、 $n$  個の第 1 のコイル U 1 と、 $n$  個の第 2 のコイル U 2 とを含む。本実施の形態では、2 個の U 相コイル 3 2 U は、1 個の第 1 のコイル U 1 と、1 個の第 2 のコイル U 2 とで構成されている。 $2 \times n$  個の U 相コイル 3 2 U は、直列に接続されている。したがって、本実施の形態では、1 個の第 1 のコイル U 1 及び 1 個の第 2 のコイル U 2 は、直列に接続されている。第 1 のコイル U 1 は、2 スロットピッチで固定子鉄心 3 1 に配置されている。第 2 のコイル U 2 は、3 スロットピッチで固定子鉄心 3 1 に配置されている。

【0031】

図 2 に示されるように、U 相の第 1 のコイル U 1 は、固定子鉄心 3 1 の一端側において、1 スロットおきに 2 つの スロット 3 1 1 に配置されている。言い換えると、U 相の第 1 のコイル U 1 は、固定子鉄心 3 1 の一端側において、1 つの スロット 3 1 1 をはさんで 2 つの スロット 3 1 1 に配置されている。

【0032】

図 2 に示されるように、U 相の第 2 のコイル U 2 は、固定子鉄心 3 1 の一端側において、2 スロットおきに 2 つの スロット 3 1 1 に配置されている。言い換えると、U 相の第 2 のコイル U 2 は、固定子鉄心 3 1 の一端側において、2 つの スロット 3 1 1 をはさんで 2 つの スロット 3 1 1 に配置されている。

【0033】

U 相の  $n$  個の第 1 のコイル U 1 は、各コイルエンド 3 2 a において、周方向に  $360/n$  度ごとに等間隔に配置されている。ただし、 $n = 1$  の場合、第 1 のコイル U 1 は、各コイルエンド 3 2 a において任意の位置に配置されている。U 相の  $n$  個の第 2 のコイル U 2 は、各コイルエンド 3 2 a において、周方向に  $360/n$  度ごとに等間隔に配置されている。ただし、 $n = 1$  の場合、第 2 のコイル U 2 は、各コイルエンド 3 2 a において任意の位置に配置されている。

【0034】

U 相の  $n$  個の第 1 のコイル U 1 の各々の巻数を  $N_1$  とし、U 相の  $n$  個の第 2 のコイル U 2 の各々の巻数を  $N_2$  とすると、固定子 3 は、例えば、 $0.928 \leq N_1/N_2 < 2$ 、又は  $2 < N_1/N_2 \leq 3.294$  を満たす。

【0035】

V 相コイル 3 2 V

図 2 に示されるように、 $2 \times n$  個の V 相コイル 3 2 V は、 $n$  個の第 1 のコイル V 1 と、 $n$  個の第 2 のコイル V 2 とを含む。本実施の形態では、2 個の V 相コイル 3 2 V は、1 個の第 1 のコイル V 1 と、1 個の第 2 のコイル V 2 とで構成されている。 $2 \times n$  個の V 相コイル 3 2 V は、直列に接続されている。したがって、本実施の形態では、1 個の第 1 のコイル V 1 及び 1 個の第 2 のコイル V 2 は、直列に接続されている。第 1 のコイル V 1 は、2 スロットピッチで固定子鉄心 3 1 に配置されている。第 2 のコイル V 2 は、3 スロットピッチで固定子鉄心 3 1 に配置されている。

【0036】

図 2 に示されるように、V 相の第 1 のコイル V 1 は、固定子鉄心 3 1 の一端側において

、1スロットおきに2つのスロット311に配置されている。言い換えると、V相の第1のコイルV1は、固定子鉄心31の一端側において、1つのスロット311をはさんで2つのスロット311に配置されている。

【0037】

図2に示されるように、V相の第2のコイルV2は、固定子鉄心31の一端側において、2スロットおきに2つのスロット311に配置されている。言い換えると、V相の第2のコイルV2は、固定子鉄心31の一端側において、2つのスロット311をはさんで2つのスロット311に配置されている。

【0038】

V相のn個の第1のコイルV1は、各コイルエンド32aにおいて、周方向に $360/n$ 度ごとに等間隔に配置されている。ただし、 $n=1$ の場合、第1のコイルV1は、各コイルエンド32aにおいて任意の位置に配置されている。V相のn個の第2のコイルV2は、各コイルエンド32aにおいて、周方向に $360/n$ 度ごとに等間隔に配置されている。ただし、 $n=1$ の場合、第2のコイルV2は、各コイルエンド32aにおいて任意の位置に配置されている。

10

【0039】

V相のn個の第1のコイルV1の各々の巻数を $N_1$ とし、V相のn個の第2のコイルV2の各々の巻数を $N_2$ とすると、固定子3は、例えば、 $0.928 \leq N_1/N_2 < 2$ 、又は $2 < N_1/N_2 \leq 3.294$ を満たす。

【0040】

20

W相コイル32W

図2に示されるように、 $2 \times n$ 個のW相コイル32Wは、n個の第1のコイルW1と、n個の第2のコイルW2とを含む。本実施の形態では、2個のW相コイル32Wは、1個の第1のコイルW1と、1個の第2のコイルW2とで構成されている。 $2 \times n$ 個のW相コイル32Wは、直列に接続されている。したがって、本実施の形態では、1個の第1のコイルW1及び1個の第2のコイルW2は、直列に接続されている。第1のコイルW1は、2スロットピッチで固定子鉄心31に配置されている。第2のコイルW2は、3スロットピッチで固定子鉄心31に配置されている。

【0041】

図2に示されるように、W相の第1のコイルW1は、固定子鉄心31の一端側において、1スロットおきに2つのスロット311に配置されている。言い換えると、W相の第1のコイルW1は、固定子鉄心31の一端側において、1つのスロット311をはさんで2つのスロット311に配置されている。

30

【0042】

図2に示されるように、W相の第2のコイルW2は、固定子鉄心31の一端側において、2スロットおきに2つのスロット311に配置されている。言い換えると、W相の第2のコイルW2は、固定子鉄心31の一端側において、2つのスロット311をはさんで2つのスロット311に配置されている。

【0043】

W相のn個の第1のコイルW1は、各コイルエンド32aにおいて、周方向に $360/n$ 度ごとに等間隔に配置されている。ただし、 $n=1$ の場合、第1のコイルW1は、各コイルエンド32aにおいて任意の位置に配置されている。W相のn個の第2のコイルW2は、各コイルエンド32aにおいて、周方向に $360/n$ 度ごとに等間隔に配置されている。ただし、 $n=1$ の場合、第2のコイルW2は、各コイルエンド32aにおいて任意の位置に配置されている。

40

【0044】

W相のn個の第1のコイルW1の各々の巻数を $N_1$ とし、W相のn個の第2のコイルW2の各々の巻数を $N_2$ とすると、固定子3は、例えば、 $0.928 \leq N_1/N_2 < 2$ 、又は $2 < N_1/N_2 \leq 3.294$ を満たす。

【0045】

50

## 挿入器具

図 4 は、3 相コイル 3 2 を固定子鉄心 3 1 内に挿入するための挿入器具 9 の例を示す図である。

図 5 及び図 6 は、3 相コイルを固定子鉄心 3 1 内に挿入する工程の例を示す図である。

3 相コイル 3 2 は、例えば、予め作製された固定子鉄心 3 1 に挿入器具 9 で取り付けられる。本実施の形態では、3 相コイル 3 2 を、分布巻きで固定子鉄心 3 1 に取り付ける。図 4 に示される挿入器具 9 で 3 相コイル 3 2 を固定子鉄心 3 1 に挿入する場合、図 5 及び図 6 に示されるように、挿入器具 9 のブレード 9 1 間に 3 相コイル 3 2 を配置し、3 相コイル 3 2 と共にブレード 9 1 を固定子鉄心 3 1 の内側に挿入する。次に、3 相コイル 3 2 を軸方向にスライドさせ、スロット 3 1 1 内に配置する。

【 0 0 4 6 】

## 比較例

図 7 は、比較例に係る電動機 1 a を示す上面図である。

図 8 は、図 7 に示される固定子 3 a のスロット内の 3 相コイル 3 2 の配置を示す図である。図 8 は、図 7 に示される固定子 3 a の展開図である。

比較例では、3 相コイル 3 2 が重ね巻きで固定子鉄心 3 1 に取り付けられている。この場合、各コイルエンド 3 2 a において、各コイルの片側がスロット 3 1 1 の外層に配置され、そのコイルの他方側が他のスロット 3 1 1 の内層に配置されている。

【 0 0 4 7 】

したがって、3 相コイル 3 2 を重ね巻きで固定子鉄心 3 1 に取り付ける場合、挿入器具（例えば、図 4 に示される挿入器具 9）を用いて、3 相コイル 3 2 を固定子鉄心 3 1 に取り付けることが難しい。そのため、通常、比較例のような重ね巻きで 3 相コイル 3 2 を固定子鉄心 3 1 に取り付ける場合、手で 3 相コイル 3 2 を固定子鉄心に取り付ける。この場合、固定子 3 の生産性が下がる。

【 0 0 4 8 】

各スロットに 2 つのコイルを配置する場合、各スロット内の 2 つのコイル間にインダクタンスの差が生じる。この場合、電動機の駆動中に 3 相コイルに流れる電流のばらつきが相間に生じ、インダクタンスの大きい相に電流が流れにくく、インダクタンスの小さい相に電流が流れやすい。その結果として、トルクリプルが生じる。

【 0 0 4 9 】

## 巻線係数

本実施の形態では、各相の第 1 のコイルの巻線係数及び各相の第 2 のコイルの巻線係数は、互いに異なる。そこで、電動機 1 の固定子 3 の巻線係数を算出するために、各相の第 1 のコイルの巻線係数及び各相の第 2 のコイルの巻線係数を算出する。

【 0 0 5 0 】

電動機 1 の固定子 3 の分布巻係数は、基本波及び高調波に関わらず 1 である。巻線係数は、分布巻係数と短節巻係数との積で求められる。電動機 1 の固定子 3 の分布巻係数は 1 であるため、本実施の形態では、巻線係数と短節巻係数は等しい。

【 0 0 5 1 】

$m$  次の短節巻係数  $K_{p\_m}$  ( $m$  は次数を示す) は、次の式 (1) のように求められる。

$$K_{p\_m} = \cos \{ (m \times \quad) / 2 \} \times (1 - \quad) \} \quad \cdots (1)$$

は、短節度であり、「コイルピッチ / 毎極のスロット数」で定義される。本実施の形態では、毎極のスロット数は、 $9n / 4n = 9 / 4 = 2.25$  である。よって、各相の第 1 のコイルの短節度  $\quad_1$  及び各相の第 2 のコイルの短節度  $\quad_2$  は、次の式 (2), (3) でそれぞれ求められる。

$$\quad_1 = 2 / (9 / 4) = 8 / 9 \quad \cdots (2)$$

$$\quad_2 = 3 / (9 / 4) = 4 / 3 \quad \cdots (3)$$

【 0 0 5 2 】

各相の第 1 のコイルの巻数を  $N_1$ 、各相の第 2 のコイルの巻数を  $N_2$ 、各相の第 1 のコイルの短節巻係数を  $K_{p1}$ 、各相の第 2 のコイルの短節巻係数を  $K_{p2}$  とすると、電動機

10

20

30

40

50

1の固定子3の短節巻係数 $K_p$ は、次の式(4)で求められる。

$$\begin{aligned} K_p &= K_{p1} \times \{N_1 / (N_1 + N_2)\} + K_{p2} \times \{N_2 / (N_1 + N_2)\} \\ &= K_{p1} \times [(N_1 / N_2) / \{(N_1 / N_2) + 1\}] + K_{p2} \times [1 / \{(N_1 / N_2) + 1\}] \\ &= [1 / \{(N_1 / N_2) + 1\}] \times \{(N_1 / N_2) \times K_{p1} + K_{p2}\} \\ &\dots (4) \end{aligned}$$

#### 【0053】

各相の第1のコイルの基本波の巻線係数 $K_{p1\_1}$ 、各相の第2のコイルの基本波の巻線係数 $K_{p2\_1}$ 、及び電動機1の固定子3の基本波の巻線係数 $K_{p\_1}$ は、式(1)及び(4)を用いて、次の式(5)、(6)、及び(7)で求められる。

$$\begin{aligned} K_{p1\_1} &= \cos\{(\pi/2) \times (1 - 1)\} \\ &= \cos\{(\pi/2) \times (1 - (8/9))\} \\ &= \cos(\pi/18) \\ &= \cos 10^\circ \dots (5) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K_{p2\_1} &= \cos\{(\pi/2) \times (1 - 2)\} \\ &= \cos\{(\pi/2) \times (1 - (4/3))\} \\ &= \cos(\pi/6) \\ &= \cos 30^\circ \dots (6) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K_{p\_1} &= [1 / \{(N_1 / N_2) + 1\}] \times \{(N_1 / N_2) \times K_{p1\_1} + K_{p2\_1}\} \\ &= [1 / \{(N_1 / N_2) + 1\}] \times \{(N_1 / N_2) \times \cos 10^\circ + \cos 30^\circ\} \dots (7) \end{aligned}$$

#### 【0054】

図9は、基本波の巻線係数を示すグラフである。

図10は、3次の巻線係数を示すグラフである。

図11は、5次の巻線係数の絶対値を示すグラフである。

図12は、7次の巻線係数の絶対値を示すグラフである。

#### 【0055】

図9に示されるように、例えば、 $N_1 / N_2 = 2$ の場合、 $K_{p\_1}$ は、式(8)より、0.945である。

$$\begin{aligned} K_{p\_1} &= \{1 / (2 + 1)\} \times (2 \times K_{p1\_1} + K_{p2\_1}) \\ &= (1/3) \times (2 \times \cos 10^\circ + \cos 30^\circ) \\ &= 0.945 \dots (8) \end{aligned}$$

#### 【0056】

電動機1における振動の主要因であるトルクリプルを低減するために考慮すべき高調波成分について説明する。電動機1のトルクは、3相コイル32に発生する誘起電圧とモータ電流との積に比例する。例えば、誘起電圧及びモータ電流の両方が理想的な正弦波で表される場合、高調波に起因するトルクリプルは電動機1に生じない。しかしながら、誘起電圧及びモータ電流に高調波が重畳されると、電動機1のトルクが脈動し、トルクリプルが発生する。

#### 【0057】

トルクリプルでは、電気次数で6次成分が支配的である。極対数をPとすると、電気次数での6次成分は、機械次数で $6 \times P$ 次成分として現れる。

#### 【0058】

上述のように、電動機1のトルクは、3相コイル32に発生する誘起電圧とモータ電流との積に比例する。そのため、電気次数で6次のトルクリプルの主な発生要因として、鎖交磁束の高調波成分又はモータ電流の高調波成分が挙げられる。6次のトルクリプルの発生条件として、次の4つの条件がある。

(A) 1次磁束×5次電流

(B) 1次磁束×7次電流

10

20

30

40

50

( C ) 5 次磁束 × 1 次電流

( D ) 7 次磁束 × 1 次電流

【 0 0 5 9 】

高調波を含む磁束又は高調波を含む電流では、低い次数の高調波の含有率が高い傾向にある。そのため、7 次の巻線係数に比べて、5 次の巻線係数を低減することが望ましい。したがって、トルクリプルの主要因である高い次数の高調波（具体的には、5 次、7 次）を低減するための  $N_1 / N_2$  を算出する。

【 0 0 6 0 】

各相の第 1 のコイルの 5 次の巻線係数  $K_{p1\_5}$ 、各相の第 2 のコイルの 5 次の巻線係数  $K_{p2\_5}$ 、及び電動機 1 の固定子 3 の 5 次の巻線係数  $K_{p\_5}$  は、式 ( 1 ) 及び ( 4 ) を用いて、次の式 ( 9 )、( 10 )、及び ( 11 ) で求められる。

$$\begin{aligned} K_{p1\_5} &= \cos \{ (5 / 2) \times (1 - 1) \} \\ &= \cos \{ (5 / 2) \times (1 - (8 / 9)) \} \\ &= \cos (5 / 18) \\ &= \cos 50^\circ \quad \dots (9) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K_{p2\_5} &= \cos \{ (5 / 2) \times (1 - 2) \} \\ &= \cos \{ (5 / 2) \times (1 - (4 / 3)) \} \\ &= \cos (5 / 6) \\ &= \cos 150^\circ \quad \dots (10) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K_{p\_5} &= [1 / \{ (N_1 / N_2) + 1 \}] \times \{ (N_1 / N_2) \times K_{p1\_5} + K_{p2\_5} \} \quad 20 \\ &= [1 / \{ (N_1 / N_2) + 1 \}] \times \{ (N_1 / N_2) \times \cos 50^\circ + \cos 150^\circ \} \quad \dots (11) \end{aligned}$$

【 0 0 6 1 】

例えば、 $N_1 / N_2 = 2$  の場合、 $K_{p\_5}$  は、式 ( 12 ) より、0 . 1 4 である。

$$\begin{aligned} K_{p\_5} &= \{ 1 / (2 + 1) \} \times (2 \times K_{p1\_5} + K_{p2\_5}) \\ &= (1 / 3) \times (2 \times \cos 50^\circ + \cos 150^\circ) \\ &= 0 . 1 4 \quad \dots (12) \end{aligned}$$

【 0 0 6 2 】

各相の第 1 のコイルの 7 次の巻線係数  $K_{p1\_7}$ 、各相の第 2 のコイルの 7 次の巻線係数  $K_{p2\_7}$ 、及び電動機 1 の固定子 3 の 7 次の巻線係数  $K_{p\_7}$  は、式 ( 1 ) 及び ( 4 ) を用いて、次の式 ( 13 )、( 14 )、及び ( 15 ) で求められる。

$$\begin{aligned} K_{p1\_7} &= \cos \{ (7 / 2) \times (1 - 1) \} \\ &= \cos \{ (7 / 2) \times (1 - (8 / 9)) \} \\ &= \cos (7 / 18) \\ &= \cos 70^\circ \quad \dots (13) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K_{p2\_7} &= \cos \{ (7 / 2) \times (1 - 2) \} \\ &= \cos \{ (7 / 2) \times (1 - (4 / 3)) \} \\ &= \cos (7 / 6) \\ &= \cos 210^\circ \quad \dots (14) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K_{p\_7} &= [1 / \{ (N_1 / N_2) + 1 \}] \times \{ (N_1 / N_2) \times K_{p1\_7} + K_{p2\_7} \} \quad 40 \\ &= [1 / \{ (N_1 / N_2) + 1 \}] \times \{ (N_1 / N_2) \times \cos 70^\circ + \cos 210^\circ \} \quad \dots (15) \end{aligned}$$

【 0 0 6 4 】

例えば、 $N_1 / N_2 = 2$  の場合、 $K_{p\_7}$  は、式 ( 16 ) より、- 0 . 0 6 1 である。

$$\begin{aligned} K_{p\_7} &= \{ 1 / (2 + 1) \} \times (2 \times K_{p1\_7} + K_{p2\_7}) \\ &= (1 / 3) \times (2 \times \cos 70^\circ + \cos 210^\circ) \\ &= - 0 . 0 6 1 \quad \dots (16) \end{aligned}$$

10

20

30

40

50

## 【0065】

5 次の巻線係数及び7 次の巻線係数を低減するための比率  $N_1 / N_2$  を算出する。

巻線係数  $K_p$  を、 $N_1 / N_2$  の関数とみなし、 $K_p(N_1 / N_2)$  と表現する。この場合、 $N_1 / N_2 = 2$  の場合における5 次の巻線係数  $K_{p\_5}(2)$  よりも小さい5 次の巻線係数が得られる比率  $N_1 / N_2$  は、次の式(17)、(18)、及び(19)で求められる。 $N_1 / N_2 = 2$  の場合における5 次の巻線係数  $K_{p\_5}(2)$  よりも小さい5 次の巻線係数が得られる比率  $N_1 / N_2$  の下限を 5 とする。

$$\begin{aligned} & - K_{p\_5}(5) - K_{p\_5}(2) \cdots (17) \\ & - \{1 / (5 + 1)\} \times (5 \times \cos 50^\circ + \cos 150^\circ) = \{1 / (2 + 1) \\ & \} \times (2 \times \cos 50^\circ + \cos 150^\circ) \cdots (18) \\ & 5 = (2 \times \cos 50^\circ + 4 \times \cos 150^\circ) / (-5 \times \cos 50^\circ - \cos 150^\circ) = 0.928 \cdots (19) \end{aligned}$$

10

次の式(17)、(18)、及び(19)より、 $N_1 / N_2 = 2$  の場合における5 次の巻線係数  $K_{p\_5}(2)$  よりも小さい5 次の巻線係数が得られる比率  $N_1 / N_2$  の条件は、 $0.928 \leq N_1 / N_2 < 2$  である。

## 【0066】

したがって、比率  $N_1 / N_2$  が、 $0.928 \leq N_1 / N_2 < 2$  を満たすとき、固定子3における基本波の巻線係数を大きく損ねることなく、比較例(例えば、 $N_1 / N_2 = 2$ )に比べて、5 次の巻線係数を低減することができる。その結果、電動機1におけるトルクリプルを低減することができ、電動機1の効率の低下を防ぐことができる。

20

## 【0067】

$N_1 / N_2 = 2$  の場合における7 次の巻線係数  $K_{p\_7}(2)$  よりも小さい7 次の巻線係数が得られる比率  $N_1 / N_2$  は、次の式(20)、(21)、及び(22)で求められる。 $N_1 / N_2 = 2$  の場合における7 次の巻線係数  $K_{p\_7}(2)$  よりも小さい7 次の巻線係数が得られる比率  $N_1 / N_2$  の上限を 7 とする。

$$\begin{aligned} & - K_{p\_7}(7) - K_{p\_7}(2) \cdots (20) \\ & - \{1 / (7 + 1)\} \times (7 \times \cos 70^\circ + \cos 210^\circ) = \{1 / (2 + 1) \\ & \} \times (2 \times \cos 70^\circ + \cos 210^\circ) \cdots (21) \\ & 7 = (2 \times \cos 70^\circ + 4 \times \cos 210^\circ) / (-5 \times \cos 70^\circ - \cos 210^\circ) = 3.294 \cdots (22) \end{aligned}$$

30

式(20)、(21)、及び(22)より、 $N_1 / N_2 = 2$  の場合における7 次の巻線係数  $K_{p\_7}(2)$  よりも小さい7 次の巻線係数が得られる比率  $N_1 / N_2$  の条件は、 $2 < N_1 / N_2 \leq 3.294$  である。

## 【0068】

したがって、比率  $N_1 / N_2$  が、 $2 < N_1 / N_2 \leq 3.294$  を満たすとき、固定子3における基本波の巻線係数を大きく損ねることなく、比較例(例えば、 $N_1 / N_2 = 2$ )に比べて、7 次の巻線係数を低減することができる。その結果、電動機1におけるトルクリプルを低減することができ、電動機1の効率の低下を防ぐことができる。

## 【0069】

以上に説明したように、比率  $N_1 / N_2$  が、 $0.928 \leq N_1 / N_2 < 2$ 、又は  $2 < N_1 / N_2 \leq 3.294$  を満たすとき、固定子3における基本波の巻線係数を大きく損ねることなく、比較例(例えば、 $N_1 / N_2 = 2$ )に比べて、高調波の巻線係数を低減することができる。この場合、少なくとも5 次の巻線係数又は7 次の巻線係数を低減することができる。その結果、電動機1におけるトルクリプルを低減することができ、電動機1の効率の低下を防ぐことができる。

40

## 【0070】

一般に、3次高調波は、デルタ結線で接続された3相コイルに循環電流を発生させる要因となる。そのため、3次高調波は、できるだけ低いことが望ましい。図10に示されるように、 $N_1 / N_2 < 2$  のとき、3次の巻線係数を十分に低減することができる。よって、比率  $N_1 / N_2$  が  $0.928 \leq N_1 / N_2 < 2$  を満たすとき、デルタ結線で接続された

50

3 相コイルにおける循環電流を低減することができる。

【 0 0 7 1 】

5 a を算出

5 次の巻線係数をさらに低減するための比率  $N_1 / N_2$  を算出する。一例として、 $N_1 / N_2 = 2$  の場合における 5 次の巻線係数  $K_{p\_5}(2)$  の半分以上となる 5 次の巻線係数が得られる比率  $N_1 / N_2$  の範囲を算出する。

【 0 0 7 2 】

巻線係数  $K_p$  を、 $N_1 / N_2$  の関数とみなし、 $K_p(N_1 / N_2)$  と表現する。この場合、 $N_1 / N_2 = 2$  の場合における 5 次の巻線係数  $K_{p\_5}(2)$  の半分以上となる 5 次の巻線係数が得られる比率  $N_1 / N_2$  の範囲は、次の式 (23) から (28) で求められる。  $N_1 / N_2 = 2$  の場合における 5 次の巻線係数  $K_{p\_5}(2)$  の半分以上となる 5 次の巻線係数が得られる比率  $N_1 / N_2$  の下限を 5 a とする。

$$\begin{aligned} K_{p\_5}(5a) &= (1/2) \times K_{p\_5}(2) \cdots (23) \\ \{1/(5a+1)\} \times (5a \times \cos 50^\circ + \cos 150^\circ) &= -(1/2) \times \{1/(2+1)\} \times (2 \times \cos 50^\circ + \cos 150^\circ) \cdots (24) \\ 5a &= (-2 \times \cos 50^\circ - 7 \times \cos 150^\circ) / (8 \times \cos 50^\circ + \cos 150^\circ) = 1.117 \cdots (25) \end{aligned}$$

【 0 0 7 3 】

$K_{p\_5}(N_1 / N_2) = (1/2) \times K_{p\_5}(2)$  が成立する  $N_1 / N_2$  を 5 b とする。

$$\begin{aligned} K_{p\_5}(5b) &= (1/2) \times K_{p\_5}(2) \cdots (26) \\ \{1/(5b+1)\} \times (5b \times \cos 50^\circ + \cos 150^\circ) &= (1/2) \times \{1/(2+1)\} \times (2 \times \cos 50^\circ + \cos 150^\circ) \cdots (27) \\ 5b &= (2 \times \cos 50^\circ - 5 \times \cos 150^\circ) / (4 \times \cos 50^\circ - \cos 150^\circ) = 1.634 \cdots (28) \end{aligned}$$

【 0 0 7 4 】

図 11 に示されるように、 $N_1 / N_2 = 2$  の場合における 5 次の巻線係数  $K_{p\_5}(2)$  の半分以上となる 5 次の巻線係数が得られる比率  $N_1 / N_2$  の範囲は、 $1.117 \leq N_1 / N_2 \leq 1.634$  である。

【 0 0 7 5 】

7 a を算出

7 次の巻線係数をさらに低減するための比率  $N_1 / N_2$  を算出する。一例として、 $N_1 / N_2 = 2$  の場合における 7 次の巻線係数  $K_{p\_7}(2)$  の半分以上となる比率  $N_1 / N_2$  の範囲を算出する。

【 0 0 7 6 】

巻線係数  $K_p$  を、 $N_1 / N_2$  の関数とみなし、 $K_p(N_1 / N_2)$  と表現する。この場合、 $N_1 / N_2 = 2$  の場合における 7 次の巻線係数  $K_{p\_7}(2)$  の半分以上となる 7 次の巻線係数が得られる比率  $N_1 / N_2$  の範囲は、次の式 (29) から (34) で求められる。  $N_1 / N_2 = 2$  の場合における 7 次の巻線係数  $K_{p\_7}(2)$  の半分以上となる 7 次の巻線係数が得られる比率  $N_1 / N_2$  の下限を 7 a とする。

$$\begin{aligned} K_{p\_7}(7a) &= (1/2) \times K_{p\_7}(2) \cdots (29) \\ \{1/(7a+1)\} \times (7a \times \cos 70^\circ + \cos 210^\circ) &= (1/2) \times \{1/(2+1)\} \times (2 \times \cos 70^\circ + \cos 210^\circ) \cdots (30) \\ 7a &= (2 \times \cos 70^\circ - 5 \times \cos 210^\circ) / (4 \times \cos 70^\circ - \cos 210^\circ) = 2.244 \cdots (31) \end{aligned}$$

【 0 0 7 7 】

$N_1 / N_2 = 2$  の場合における 7 次の巻線係数  $K_{p\_7}(2)$  の半分以上となる 7 次の巻線係数が得られる比率  $N_1 / N_2$  の上限を 7 b とする。

$$\begin{aligned} K_{p\_7}(7b) &= -(1/2) \times K_{p\_7}(2) \cdots (32) \\ \{1/(7b+1)\} \times (7b \times \cos 70^\circ + \cos 210^\circ) &= -(1/2) \times \end{aligned}$$

$$\times \{ 1 / ( 2 + 1 ) \} \times ( 2 \times \cos 70^\circ + \cos 210^\circ ) \cdots ( 33 )$$

$$7b = ( - 2 \times \cos 70^\circ - 7 \times \cos 210^\circ ) / ( 8 \times \cos 70^\circ + \cos 210^\circ ) = 2.876 \cdots ( 34 )$$

【 0 0 7 8 】

図 1 2 に示されるように、 $N_1 / N_2 = 2$  の場合における 7 次の巻線係数  $K_{p\_7} ( 2 )$  の半分以下となる 7 次の巻線係数が得られる比率  $N_1 / N_2$  の範囲は、 $2.244 \leq N_1 / N_2 \leq 2.876$  である。

【 0 0 7 9 】

したがって、電動機 1 の固定子 3 が、 $1.117 \leq N_1 / N_2 \leq 1.634$ 、又は  $2.244 \leq N_1 / N_2 \leq 2.876$  を満たすとき、少なくとも 5 次の巻線係数又は 7 次の巻線係数を、比較例（例えば、 $N_1 / N_2 = 2$ ）に比べて半分以下にすることができる。

10

【 0 0 8 0 】

5, 7 を算出

5 次の巻線係数及び 7 次の巻線係数の両方を適切に低減するための比率  $N_1 / N_2$  の範囲を算出する。

【 0 0 8 1 】

図 1 3 は、基本波に対する高調波（具体的には、5 次、7 次）の巻線係数の含有率を示すグラフである。

含有率は、次の式 ( 3 5 ) で求められる。

$$= [ \{ ( K_{p\_5} )^2 + ( K_{p\_7} )^2 \} / K_{p\_1} ] \cdots ( 35 )$$

20

【 0 0 8 2 】

5 次の巻線係数が 0 である  $N_1 / N_2$  を 5 とする。すなわち、 $K_{p\_5} ( N_1 / N_2 ) = 0$  が成立する  $N_1 / N_2$  を 5 とする。この場合、式 ( 1 1 ) は、次の式 ( 3 6 ) に変換される。

$$\{ 1 / ( 5 + 1 ) \} \times ( 5 \times \cos 50^\circ + \cos 150^\circ ) = 0 \cdots ( 36 )$$

5 > 0 より、式 ( 3 6 ) は、次の式 ( 3 7 )、( 3 8 ) に変換される。

$$5 \times \cos 50^\circ + \cos 150^\circ = 0 \cdots ( 37 )$$

$$5 = - \cos 150^\circ / \cos 50^\circ = 1.347 \cdots ( 38 )$$

【 0 0 8 3 】

30

したがって、 $K_{p\_5} ( N_1 / N_2 ) = 0$  が成立する比率  $N_1 / N_2$  は、 $1.347$  である。

【 0 0 8 4 】

7 次の巻線係数が 0 である  $N_1 / N_2$  を 7 とする。すなわち、 $K_{p\_7} ( N_1 / N_2 ) = 0$  が成立する  $N_1 / N_2$  を 7 とする。この場合、式 ( 1 5 ) は、次の式 ( 3 9 ) に変換される。

$$\{ 1 / ( 7 + 1 ) \} \times ( 7 \times \cos 70^\circ + \cos 210^\circ ) = 0 \cdots ( 39 )$$

7 > 0 より、式 ( 3 9 ) は、次の式 ( 4 0 )、( 4 1 ) に変換される。

$$7 \times \cos 70^\circ + \cos 210^\circ = 0 \cdots ( 40 )$$

$$7 = - \cos 210^\circ / \cos 70^\circ = 2.532 \cdots ( 41 )$$

40

【 0 0 8 5 】

したがって、 $K_{p\_7} ( N_1 / N_2 ) = 0$  が成立する比率  $N_1 / N_2$  は、 $2.532$  である。

【 0 0 8 6 】

図 1 4 は、3 次の巻線係数、5 次の巻線係数、及び 7 次の巻線係数を示すグラフである。

図 1 4 に示されるように、電動機 1 の固定子 3 が、 $1.347 \leq N_1 / N_2 \leq 2.532$  を満たすとき、5 次の巻線係数及び 7 次の巻線係数の両方を低減することができ、基本波に対する高調波（具体的には、5 次、7 次）の巻線係数の含有率を低減することができる。

【 0 0 8 7 】

50



変形例．

#### 電動機 1

図 1 5 は、変形例に係る電動機 1 の構造を概略的に示す上面図である。

変形例では、「 $n$ 」の値が、実施の形態 1 で説明した「 $n$ 」の値と異なる。変形例では、 $n = 2$  である。変形例では、実施の形態 1 と異なる構成について説明する。変形例において説明されない詳細は、実施の形態 1 と同じ詳細とすることができる。

#### 【0088】

図 1 6 は、変形例に係る電動機 1 の回転子 2 の構造を概略的に示す断面図である。

回転子 2 は、回転子鉄心 2 1 と、少なくとも 1 つの永久磁石 2 2 とを有する。回転子 2 は、 $4 \times n$  個 ( $n$  は 1 以上の整数) の磁極を持つ。変形例では、回転子 2 は、8 個の磁極を持つ。

#### 【0089】

#### 固定子 3

図 1 7 は、変形例に係る電動機 1 の固定子 3 の構造を概略的に示す上面図である。

図 1 8 は、変形例に係る電動機 1 のスロット 3 1 1 内の 3 相コイル 3 2 の配置を示す図である。

図 1 9 は、変形例に係る電動機 1 の 3 相コイル 3 2 を概略的に示す図である。

#### 【0090】

固定子鉄心 3 1 は、3 相コイル 3 2 が配置される  $9 \times n$  個のスロット 3 1 1 を有する。変形例では、 $n = 2$  である。したがって、変形例では、固定子鉄心 3 1 は、18 個のスロット 3 1 1 を有する。

#### 【0091】

変形例では、 $n = 2$  である。したがって、図 1 5 に示される例では、コイルエンド 3 2 a において、3 相コイル 3 2 は、4 個の U 相コイル 3 2 U、4 個の V 相コイル 3 2 V、及び 4 個の W 相コイル 3 2 W を持っている。

#### 【0092】

3 相コイル 3 2 に電流が流れたとき、3 相コイル 3 2 は、 $4 \times n$  個の磁極を形成する。変形例では、 $n = 2$  である。したがって、変形例では、3 相コイル 3 2 に電流が流れたとき、3 相コイル 3 2 は、8 磁極を形成する。

#### 【0093】

変形例では、各相のコイル群は、2 個の第 1 のコイルと、2 個の第 2 のコイルとを含む。各第 1 のコイルは、2 スロットピッチで固定子鉄心 3 1 に配置されている。各第 2 のコイルは、3 スロットピッチで固定子鉄心 3 1 に配置されている。

#### 【0094】

図 1 9 に示されるように、 $2 \times n$  個の U 相コイル 3 2 U (すなわち、2 個の第 1 のコイル U 1 及び 2 個の第 2 のコイル U 2)、 $2 \times n$  個の V 相コイル 3 2 V (すなわち、2 個の第 1 のコイル V 1 及び 2 個の第 2 のコイル V 2)、及び  $2 \times n$  個の W 相コイル 3 2 W (すなわち、2 個の第 1 のコイル W 1 及び 2 個の第 2 のコイル W 2) は、例えば、Y 結線で接続される。ただし、 $2 \times n$  個の U 相コイル 3 2 U、 $2 \times n$  個の V 相コイル 3 2 V、及び  $2 \times n$  個の W 相コイル 3 2 W は、Y 結線以外の結線、例えば、デルタ結線で接続されている。

#### 【0095】

#### U 相コイル 3 2 U

$2 \times n$  個の U 相コイル 3 2 U は、 $n$  個の第 1 のコイル U 1 と、 $n$  個の第 2 のコイル U 2 とを含む。変形例では、4 個の U 相コイル 3 2 U は、2 個の第 1 のコイル U 1 と、2 個の第 2 のコイル U 2 とで構成されている。 $2 \times n$  個の U 相コイル 3 2 U は、直列に接続されている。したがって、変形例では、2 個の第 1 のコイル U 1 及び 2 個の第 2 のコイル U 2 は、直列に接続されている。各第 1 のコイル U 1 は、2 スロットピッチで固定子鉄心 3 1 に配置されている。各第 2 のコイル U 2 は、3 スロットピッチで固定子鉄心 3 1 に配置されている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 9 6 】

n 2 の場合、n 個の第 1 のコイル U 1 は、各コイルエンド 3 2 a において、周方向に 3 6 0 / n 度ごとに等間隔に配置されている。変形例では、U 相の 2 個の第 1 のコイル U 1 は、各コイルエンド 3 2 a において、周方向に 1 8 0 度ごとに等間隔に配置されている。言い換えると、n 個の第 1 のコイル U 1 は、各コイルエンド 3 2 a において、互いに 3 6 0 / n 度ずれて等間隔に配置されている。変形例では、U 相の 2 個の第 1 のコイル U 1 は、各コイルエンド 3 2 a において、互いに 1 8 0 度ずれて等間隔に配置されている。

## 【 0 0 9 7 】

n 2 の場合、n 個の第 2 のコイル U 2 は、各コイルエンド 3 2 a において、周方向に 3 6 0 / n 度ごとに等間隔に配置されている。変形例では、U 相の 2 個の第 2 のコイル U 2 は、各コイルエンド 3 2 a において、周方向に 1 8 0 度ごとに等間隔に配置されている。言い換えると、n 個の第 2 のコイル U 2 は、各コイルエンド 3 2 a において、互いに 3 6 0 / n 度ずれて等間隔に配置されている。変形例では、U 相の 2 個の第 2 のコイル U 2 は、各コイルエンド 3 2 a において、互いに 1 8 0 度ずれて等間隔に配置されている。

10

## 【 0 0 9 8 】

V 相コイル 3 2 V

2 × n 個の V 相コイル 3 2 V は、n 個の第 1 のコイル V 1 と、n 個の第 2 のコイル V 2 とを含む。変形例では、4 個の V 相コイル 3 2 V は、2 個の第 1 のコイル V 1 と、2 個の第 2 のコイル V 2 とで構成されている。2 × n 個の V 相コイル 3 2 V は、直列に接続されている。したがって、変形例では、2 個の第 1 のコイル V 1 及び 2 個の第 2 のコイル V 2 は、直列に接続されている。各第 1 のコイル V 1 は、2 スロットピッチで固定子鉄心 3 1 に配置されている。各第 2 のコイル V 2 は、3 スロットピッチで固定子鉄心 3 1 に配置されている。

20

## 【 0 0 9 9 】

n 2 の場合、n 個の第 1 のコイル V 1 は、各コイルエンド 3 2 a において、周方向に 3 6 0 / n 度ごとに等間隔に配置されている。変形例では、V 相の 2 個の第 1 のコイル V 1 は、各コイルエンド 3 2 a において、周方向に 1 8 0 度ごとに等間隔に配置されている。言い換えると、n 個の第 1 のコイル V 1 は、各コイルエンド 3 2 a において、互いに 3 6 0 / n 度ずれて等間隔に配置されている。変形例では、V 相の 2 個の第 1 のコイル V 1 は、各コイルエンド 3 2 a において、互いに 1 8 0 度ずれて等間隔に配置されている。

30

## 【 0 1 0 0 】

n 2 の場合、n 個の第 2 のコイル V 2 は、各コイルエンド 3 2 a において、周方向に 3 6 0 / n 度ごとに等間隔に配置されている。変形例では、V 相の 2 個の第 2 のコイル V 2 は、各コイルエンド 3 2 a において、周方向に 1 8 0 度ごとに等間隔に配置されている。言い換えると、n 個の第 2 のコイル V 2 は、各コイルエンド 3 2 a において、互いに 3 6 0 / n 度ずれて等間隔に配置されている。変形例では、V 相の 2 個の第 2 のコイル V 2 は、各コイルエンド 3 2 a において、互いに 1 8 0 度ずれて等間隔に配置されている。

## 【 0 1 0 1 】

W 相コイル 3 2 W

2 × n 個の W 相コイル 3 2 W は、n 個の第 1 のコイル W 1 と、n 個の第 2 のコイル W 2 とを含む。変形例では、4 個の W 相コイル 3 2 W は、2 個の第 1 のコイル W 1 と、2 個の第 2 のコイル W 2 とで構成されている。2 × n 個の W 相コイル 3 2 W は、直列に接続されている。したがって、変形例では、2 個の第 1 のコイル W 1 及び 2 個の第 2 のコイル W 2 は、直列に接続されている。各第 1 のコイル W 1 は、2 スロットピッチで固定子鉄心 3 1 に配置されている。各第 2 のコイル W 2 は、3 スロットピッチで固定子鉄心 3 1 に配置されている。

40

## 【 0 1 0 2 】

n 2 の場合、n 個の第 1 のコイル W 1 は、各コイルエンド 3 2 a において、周方向に 3 6 0 / n 度ごとに等間隔に配置されている。変形例では、W 相の 2 個の第 1 のコイル W 1 は、各コイルエンド 3 2 a において、周方向に 1 8 0 度ごとに等間隔に配置されている。

50

。言い換えると、 $n$ 個の第1のコイル $W1$ は、各コイルエンド32aにおいて、互いに360/ $n$ 度ずれて等間隔に配置されている。変形例では、 $W$ 相の2個の第1のコイル $W1$ は、各コイルエンド32aにおいて、互いに180度ずれて等間隔に配置されている。

【0103】

$n=2$ の場合、 $n$ 個の第2のコイル $W2$ は、各コイルエンド32aにおいて、周方向に360/ $n$ 度ごとに等間隔に配置されている。変形例では、 $W$ 相の2個の第2のコイル $W2$ は、各コイルエンド32aにおいて、周方向に180度ごとに等間隔に配置されている。言い換えると、 $n$ 個の第2のコイル $W2$ は、各コイルエンド32aにおいて、互いに360/ $n$ 度ずれて等間隔に配置されている。変形例では、 $W$ 相の2個の第2のコイル $W2$ は、各コイルエンド32aにおいて、互いに180度ずれて等間隔に配置されている。

10

【0104】

巻線係数

実施の形態1で説明した比率 $N1/N2$ は、変形例に係る電動機1の固定子3にも適用できる。

【0105】

実施の形態2.

実施の形態2に係る圧縮機300について説明する。

図20は、圧縮機300の構造を概略的に示す断面図である。

【0106】

圧縮機300は、電動要素としての電動機1と、ハウジングとしての密閉容器307と、圧縮要素（圧縮装置とも称する）としての圧縮機構305とを有する。本実施の形態では、圧縮機300は、スクロール圧縮機である。ただし、圧縮機300は、スクロール圧縮機に限定されない。圧縮機300は、スクロール圧縮機以外の圧縮機、例えば、ロータリー圧縮機でもよい。

20

【0107】

圧縮機300内の電動機1は、実施の形態1（変形例を含む）で説明した電動機1である。電動機1は、圧縮機構305を駆動する。

【0108】

圧縮機300は、さらに、シャフト4の下端部（すなわち、圧縮機構305側と反対側の端部）を支持するサブフレーム308を備えている。

30

【0109】

圧縮機構305は、密閉容器307内に配置されている。圧縮機構305は、渦巻部分を有する固定スクロール301と、固定スクロール301の渦巻部分との間に圧縮室を形成する渦巻部分を有する揺動スクロール302と、シャフト4の上端部を保持するコンプライアンスフレーム303と、密閉容器307に固定されてコンプライアンスフレーム303を保持するガイドフレーム304とを備える。

【0110】

固定スクロール301には、密閉容器307を貫通する吸入管310が圧入されている。また、密閉容器307には、固定スクロール301から吐出される高圧の冷媒ガスを外部に吐出する吐出管306が設けられている。この吐出管306は、密閉容器307の圧縮機構305と電動機1との間に設けられた開口部に連通している。

40

【0111】

電動機1は、固定子3を密閉容器307に嵌め込むことにより密閉容器307に固定されている。電動機1の構成は、上述した通りである。密閉容器307には、電動機1に電力を供給するガラス端子309が溶接により固定されている。

【0112】

電動機1が回転すると、その回転が揺動スクロール302に伝達され、揺動スクロール302が揺動する。揺動スクロール302が揺動すると、揺動スクロール302の渦巻部分と固定スクロール301の渦巻部分とで形成される圧縮室の容積が変化する。そして、吸入管310から冷媒ガスが吸入され、圧縮されて、吐出管306から吐出される。

50

## 【 0 1 1 3 】

圧縮機 3 0 0 は、実施の形態 1 で説明した電動機 1 を有するので、実施の形態 1 で説明した利点を持つ。

## 【 0 1 1 4 】

さらに、圧縮機 3 0 0 は実施の形態 1 で説明した電動機 1 を有するので、圧縮機 3 0 0 の性能を改善することができる。

## 【 0 1 1 5 】

実施の形態 3 .

実施の形態 2 に係る圧縮機 3 0 0 を有する、空気調和機としての冷凍空調装置 7 について説明する。

図 2 1 は、実施の形態 3 に係る冷凍空調装置 7 の構成を概略的に示す図である。

## 【 0 1 1 6 】

冷凍空調装置 7 は、例えば、冷暖房運転が可能である。図 2 1 に示される冷媒回路図は、冷房運転が可能な空気調和機の冷媒回路図の一例である。

## 【 0 1 1 7 】

実施の形態 3 に係る冷凍空調装置 7 は、室外機 7 1 と、室内機 7 2 と、室外機 7 1 及び室内機 7 2 を接続する冷媒配管 7 3 とを有する。

## 【 0 1 1 8 】

室外機 7 1 は、圧縮機 3 0 0 と、熱交換器としての凝縮器 7 4 と、絞り装置 7 5 と、室外送風機 7 6 ( 第 1 の送風機 ) とを有する。凝縮器 7 4 は、圧縮機 3 0 0 によって圧縮された冷媒を凝縮する。絞り装置 7 5 は、凝縮器 7 4 によって凝縮された冷媒を減圧し、冷媒の流量を調節する。絞り装置 7 5 は、減圧装置とも言う。

## 【 0 1 1 9 】

室内機 7 2 は、熱交換器としての蒸発器 7 7 と、室内送風機 7 8 ( 第 2 の送風機 ) とを有する。蒸発器 7 7 は、絞り装置 7 5 によって減圧された冷媒を蒸発させ、室内空気を冷却する。

## 【 0 1 2 0 】

冷凍空調装置 7 における冷房運転の基本的な動作について以下に説明する。冷房運転では、冷媒は、圧縮機 3 0 0 によって圧縮され、凝縮器 7 4 に流入する。凝縮器 7 4 によって冷媒が凝縮され、凝縮された冷媒が絞り装置 7 5 に流入する。絞り装置 7 5 によって冷媒が減圧され、減圧された冷媒が蒸発器 7 7 に流入する。蒸発器 7 7 において冷媒は蒸発し、冷媒 ( 具体的には、冷媒ガス ) が再び室外機 7 1 の圧縮機 3 0 0 へ流入する。室外送風機 7 6 によって空気が凝縮器 7 4 に送られると冷媒と空気との間で熱が移動し、同様に、室内送風機 7 8 によって空気が蒸発器 7 7 に送られると冷媒と空気との間で熱が移動する。

## 【 0 1 2 1 】

以上に説明した冷凍空調装置 7 の構成及び動作は、一例であり、上述した例に限定されない。

## 【 0 1 2 2 】

実施の形態 3 に係る冷凍空調装置 7 によれば、実施の形態 1 で説明した利点を持つ。

## 【 0 1 2 3 】

さらに、実施の形態 3 に係る冷凍空調装置 7 は、実施の形態 2 に係る圧縮機 3 0 0 を有するので、冷凍空調装置 7 の性能を改善することができる。

## 【 0 1 2 4 】

以上に説明した各実施の形態における特徴及び各変形例における特徴は、互いに組み合わせることができる。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 1 2 5 】

1 電動機、 2 回転子、 3 固定子、 7 冷凍空調装置、 3 1 固定子鉄心、  
3 2 3 相コイル、 3 2 a コイルエンド、 3 2 U U 相コイル、 3 2 V V 相コイル

10

20

30

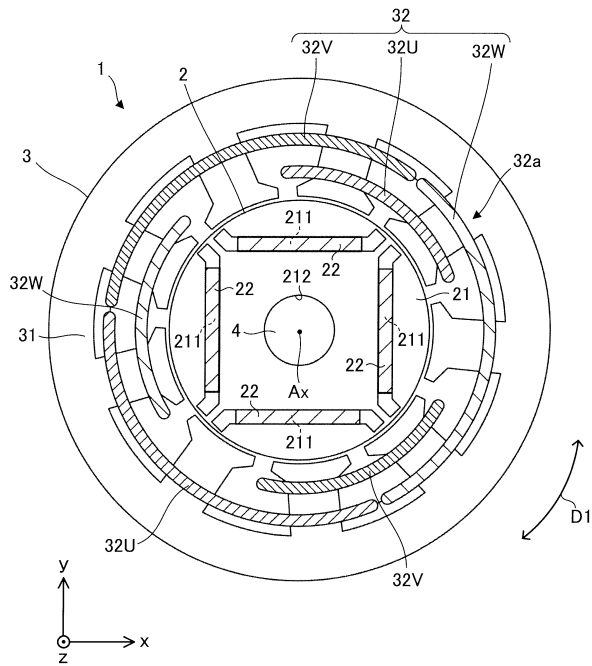
40

50

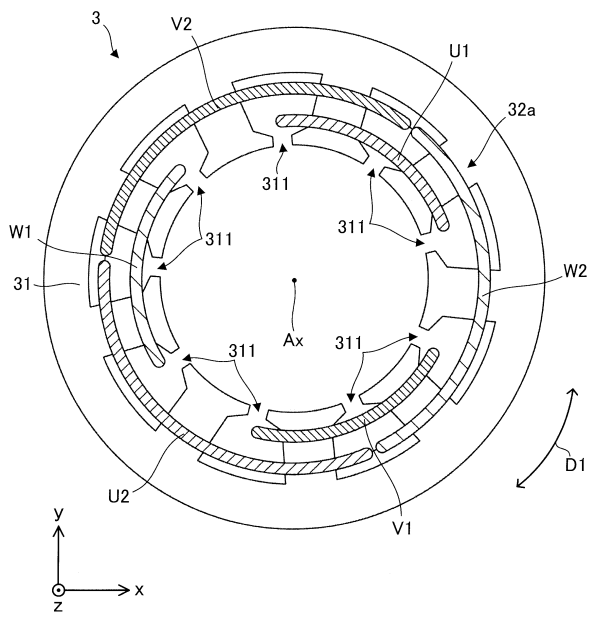
、 3 2 W W相コイル、 7 1 室外機、 7 2 室内機、 7 4 凝縮器、 7 7 蒸発器、 3 0 0 圧縮機、 3 0 5 圧縮機構、 3 0 7 密閉容器、 3 1 1 スロット、 U 1 , V 1 , W 1 第 1 のコイル、 U 2 , V 2 , W 2 第 2 のコイル。

【図面】

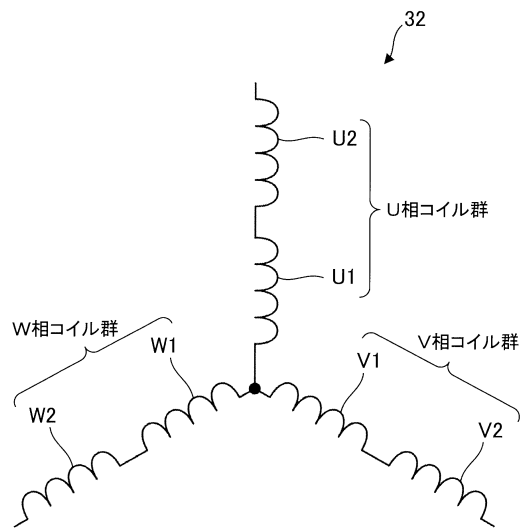
【図 1】



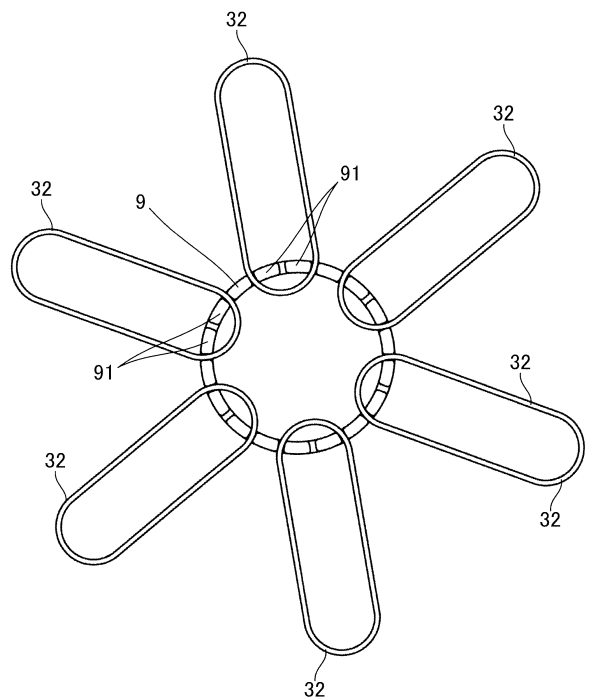
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

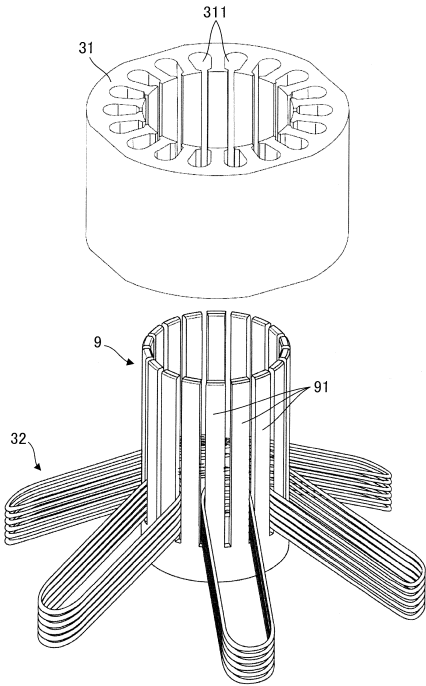
20

30

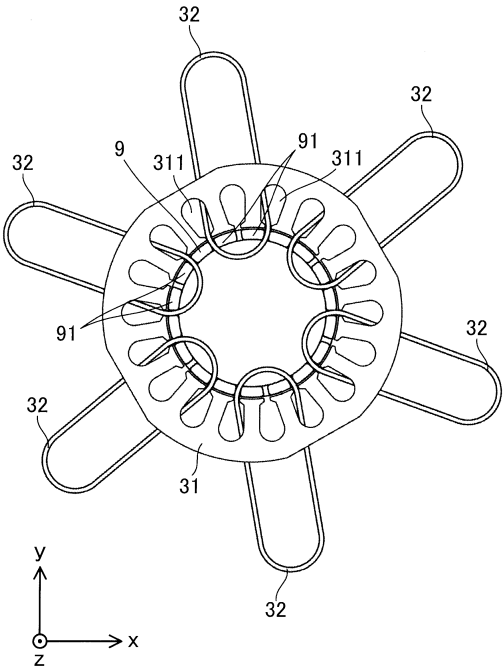
40

50

【図 5】



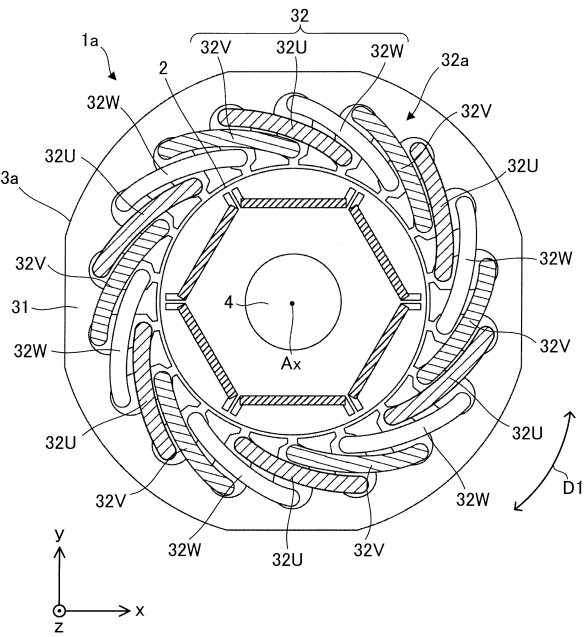
【図 6】



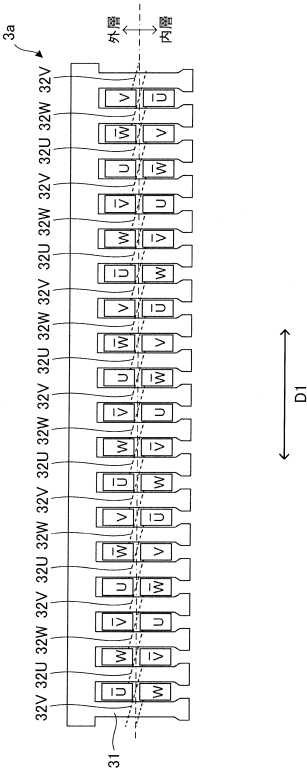
10

20

【図 7】



【図 8】

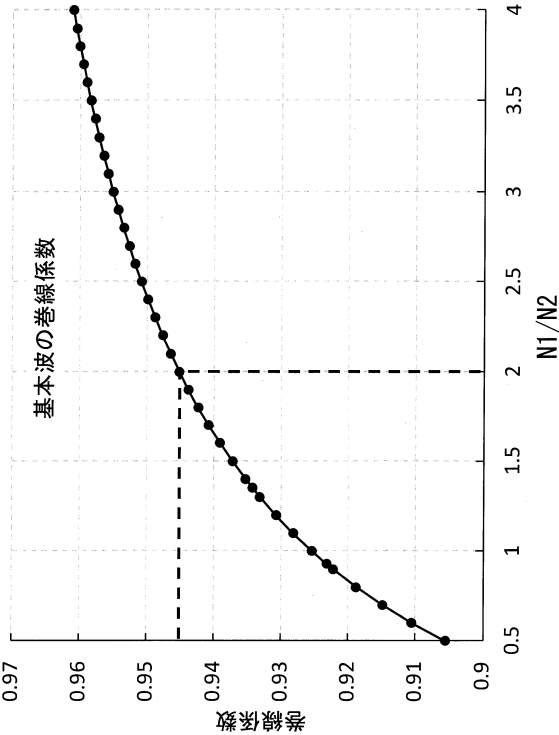


30

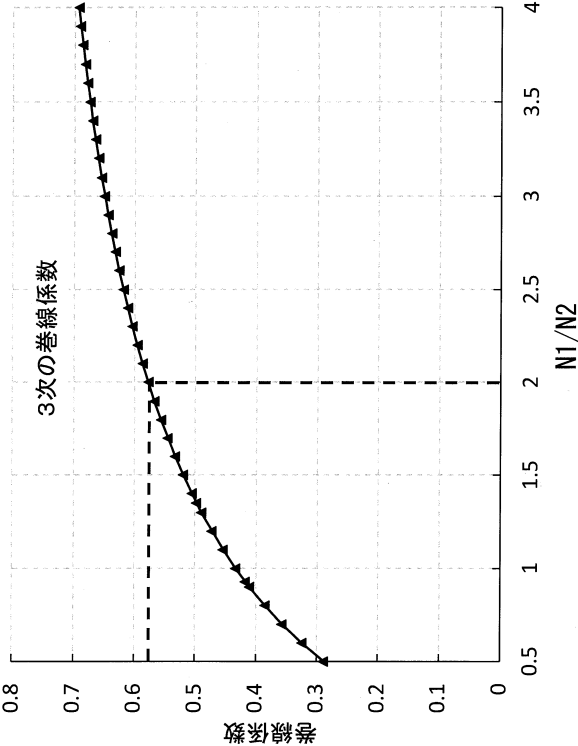
40

50

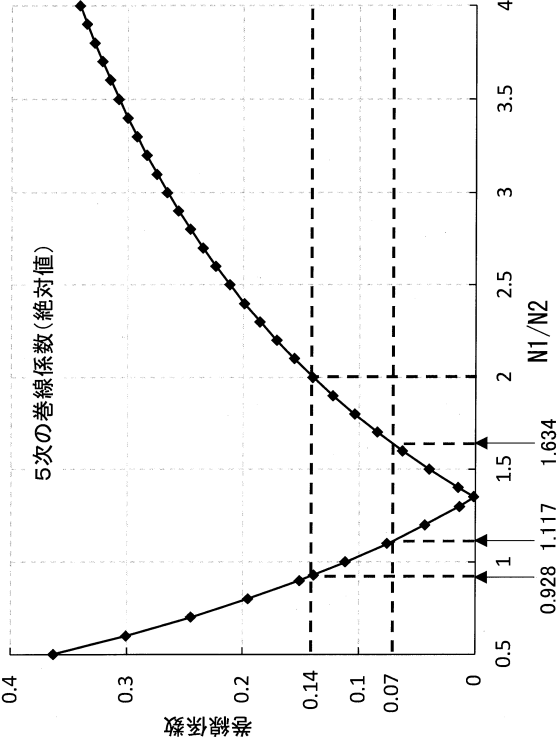
【 図 9 】



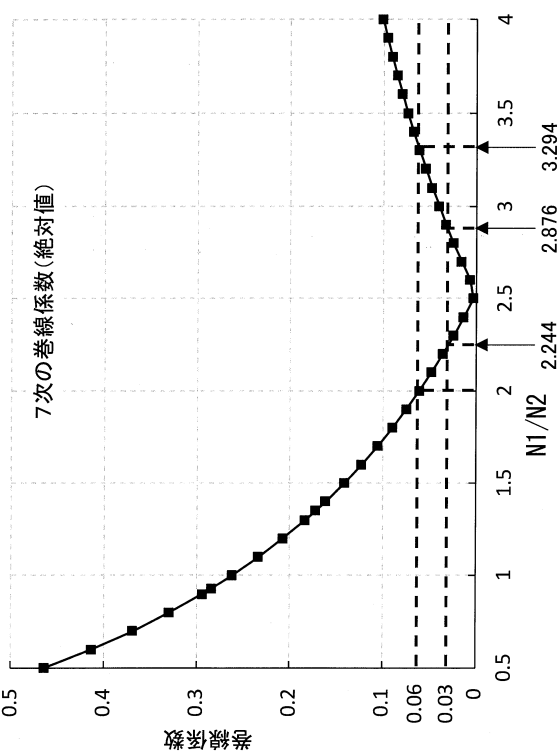
【 図 10 】



【 図 11 】



【 図 12 】



10

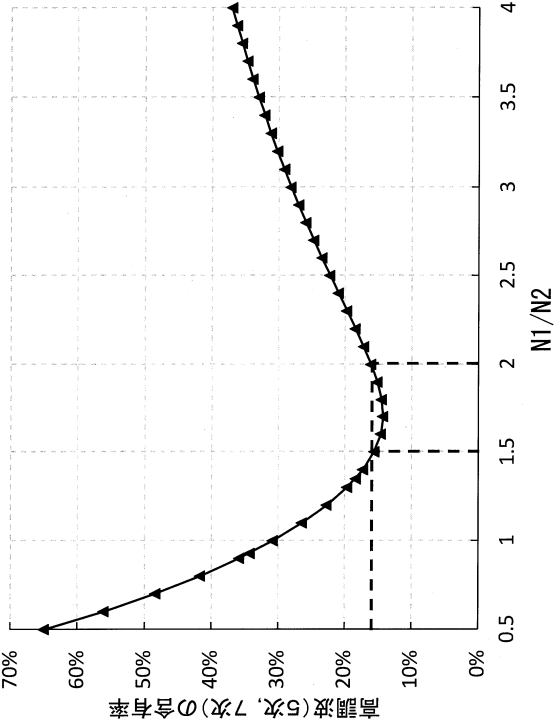
20

30

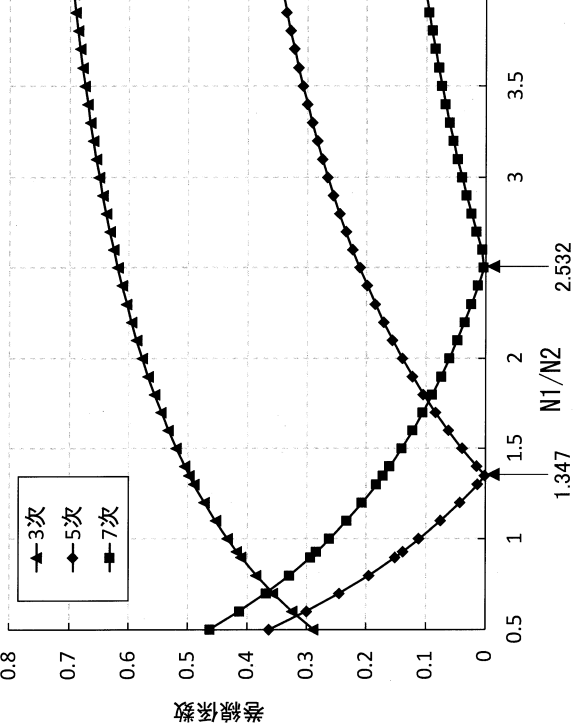
40

50

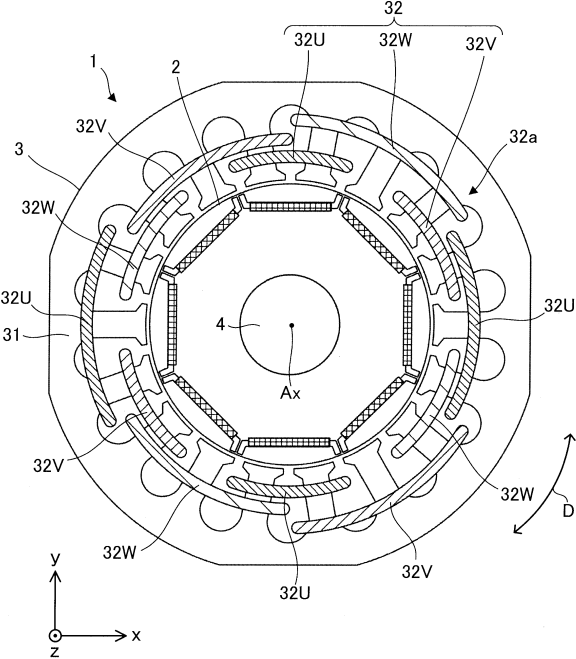
【図 1 3】



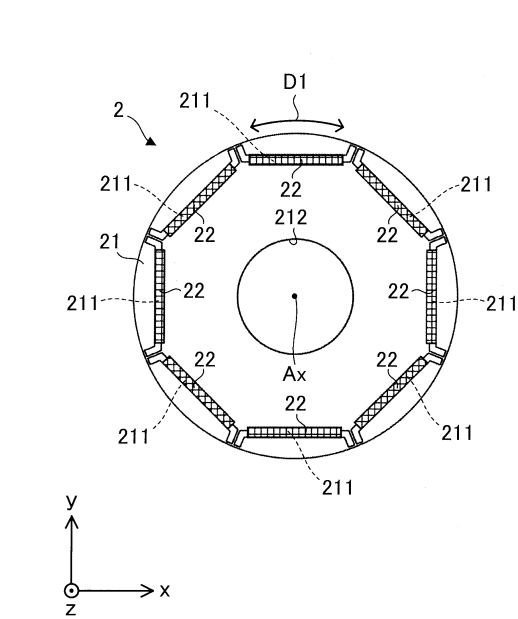
【図 1 4】



【図 1 5】



【図 1 6】



10

20

30

40

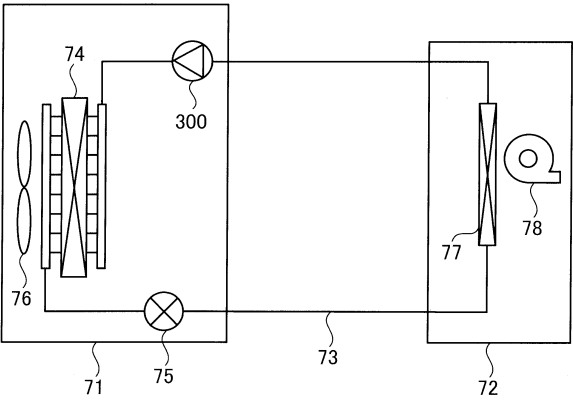
50





【 2 1 】

7



10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 安池 一貴

- (56)参考文献 実開昭62-178757(JP,U)  
特開昭54-086714(JP,A)  
国際公開第2017/130288(WO,A1)  
特開2009-171799(JP,A)  
実開昭54-071605(JP,U)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
H02K 3/28