

ÖZET

EK SARIM DÜZENLEMESİ İÇEREN DAİMİ MIKNATISLI EKSENEL AKILI ELEKTRİK MAKİNESİ

5 Bu buluş, bir stator boyunduruğu (6) ve etrafına sarımlar sarılan stator dişlerine (4) sahip olan bir stator sistemi (2) ve bir rotor boyunduruğu (7) ve her biri söz konusu rotor boyunduruğunun (7) üstünde farklı bir göreceli konumda yerleştirilen birden çok daimi mıknatısa (8) sahip olan bir rotor sistemi (3) içeren bir eksenel akılı elektrik makinesi (1) ile ilgilidir.

İSTEMLER

- 1) Bir stator boyunduruğu (6) ve etrafına sarımlar sarılan stator dişlerine (4) sahip olan bir stator sistemi (2) ve bir rotor boyunduruğu (7) ve her biri söz konusu rotor boyunduruğunun (7) üstünde farklı bir göreceli konumda yerleştirilen birden çok daimi mıknatısa (8) sahip olan bir rotor sistemi (3) **içeren**,
- 5 her biri, söz konusu rotor boyunduruğunun (6) bir radyal uzantısını tamamen çevreleyecek şekilde stator boyunduruğunun (6) üstüne yerleştirilen ek sarım (9) formundaki birden çok simetrik toroidal sarım **ile karakterize edilen** bir eksenel akılı elektrik makinesi (1).
- 10 2) Her bir stator bobini (5) çiftinin arasına yerleştirilen ek sarım (9) formundaki her bir söz konusu toroidal sarım **ile karakterize edilen**, İstem 1'deki gibi bir eksenel akılı elektrik makinesi (1).
- 3) Güvenli bir şekilde desteklenecek biçimde, stator boyunduruğunun (6) her iki düzlemsel tarafı arasında en azından kısmen radyal olarak uzanan söz konusu ek sarımlar (9) **ile karakterize edilen**, İstem 1 veya 2'deki gibi bir eksenel akılı elektrik makinesi (1).
- 15 4) Her biri lamine levhadan üretilen stator ve rotor boyundurukları (6, 7) **ile karakterize edilen**, yukarıdaki istemlerden herhangi birindeki gibi bir eksenel akılı elektrik makinesi (1).
- 20 5) Yumuşak manyetik kompozit malzeme kullanılarak üretilen, stator boyunduruğuna (6) monte edilmeden sarılan, ardından stator boyunduruğuna (6) tutturulan stator dişleri (4) **ile karakterize edilen**, yukarıdaki istemlerden herhangi birindeki gibi bir eksenel akılı elektrik makinesi (1).
- 6) Stator ve rotor boyunduruklarının (6, 7) ilgili çıkıntılarına tutturulmak için, taban yüzeylerinde oluklar içeren stator dişleri (4) ve daimi mıknatıslar (8) **ile karakterize edilen**, yukarıdaki istemlerden herhangi birindeki gibi bir eksenel akılı elektrik makinesi (1).
- 25 7) Stator boyunduruğuna (6) sabitlenen ve söz konusu stator boyunduruğundan (6) çıkıntı yapan kesme vasıtası tarafından yerinde tutulan ek sarım (9) formundaki toroidal sarımlar **ile karakterize edilen**, yukarıdaki
- 30

7.2877 (ARC2017P00037)

istemlerden herhangi birindeki gibi bir eksenel akıllı elektrik makinesi (1).

TARİFNAME

EK SARIM DÜZENLEMESİ İÇEREN DAİMİ MİKNATISLI EKSENEL AKILI ELEKTRİK MAKİNESİ

5 Bu buluş ek sarım düzenlemesi içeren bir daimi mıknatıslı eksenel akılı elektrik makinesi ile ilgilidir.

Daimi mıknatıslı senkron motorlar (PMSM: Permanent-magnet synchronous motor), yüksek verime sahip olan ve uyarma sarımı olmadan ve elektronik anahtarlama ile çalışan motorlardır. Tercih edilen özellikleri nedeniyle bu motorlar yaygın olarak kullanılmaktadır. Daimi mıknatıslı senkron motorlar, 10 manyetik akının yönüne göre, radyal, eksenel ve enlemesine olarak kategorilendirilmektedir. Radyal akılı motorlar, geleneksel motorlar, laminasyon ve sarımlara benzeyen yapıları ve kolay üretilmeleri nedeniyle en yaygın kullanılan türdür. Eksenel akılı motorlar, farklı bir yapı veya yalıtımlı saf demir tozu veya Yumuşak Manyetik Kompozit (SMC: Soft Magnetic Composite) adıyla 15 anılan malzemeyi gerektirmesi nedeniyle, daha az kullanılmaktadır.

Son yıllarda, malzeme bilimlerindeki gelişmeler sayesinde, eksenel akılı motorlar, daha geniş bir uygulama alanında kullanılmaya başlamıştır. Eksenel akılı daimi mıknatıslı makineler, yüksek güç-ağırlık oranı nedeniyle daha az çekirdek malzemesi gerektirmeleri ve disk şeklinde rotor ve stator yapıları nedeniyle 20 boyutlarının daha küçük olması nedeniyle radyal akılı daimi mıknatıslı makinelere göre önemli avantajlara sahiptir. Radyal akılı motorlarla karşılaştırıldığında, eksenel akılı motorlar, yüksek güç ve tork yoğunluğuna sahiptir W/m^3 , Nm/m^3). Küçük motor boyutlarıyla yüksek çıkış gücünün elde edilebilmesi nedeniyle, eksenel akılı tipte motorlar, özellikle elektrikli arabalar, bisikletler ve rüzgar 25 türbinleri gibi uygulamalarda git gide daha çok kullanılmaktadır.

Eksenel akılı motorların çıkış gücü, motorun dış yarıçapının küpüne orantılıdır. Eksenel uzunluğu, stator bobinlerinin etrafındaki sarımlar nedeniyle sınırlandırılmaktadır. Sarım sayısı sınırlı tutulabilirse, motorun eksenel uzunluğu en aza indirilebilmektedir. Ancak, sarım sayısı yeterli değilse, motorun eksenel 30 uzunluğu, gerekli sarım sayısını elde etmek için artırılmak zorundadır.

Tekniğin bilinen durumundaki US2008061649 sayılı patent dokümanında, bir stator ve bir rotorun bir dönen mile paralel olarak yerleştirildiği bir eksenel boşluklu motor açıklanmaktadır. Özellikle, yayında, kolay bir şekilde üretilebilen ve verimliliği iyileştirilen bir eksenel boşluklu motor açıklanmaktadır. Eksenel

5 boşluklu motorda, stator bir manyetik yol oluşturan bir arka boyunduruk, her biri dönen mile paralel olan bir merkezi kısma sahip olan ve her biri arka boyunduruğa bağlanan birden çok stator nüvesi ve her biri bir ilgili stator nüvesinin merkezi kısmının etrafına sarılan birden çok stator bobini içermektedir.

Tekniğin bilinen durumundaki WO2014087389 sayılı patent dokümanında,

10 döküm vasıtasıyla veya frezeleme, zımbayla delme ve suyla kesme veya tel kesme gibi yöntemlerin bir kombinasyonu vasıtasıyla üretilen ve oluklara sahip sargı türünde bobin elemanlarından oluşan ve eksenel akılı daimi mıknatıslı motorlarda kullanılan bobinler açıklanmaktadır. Ayrıca, her bir bobin elemanını bağlayan konektör için oluklar da içermektedir. Dokümanda ek olarak, dalgalı sarım tipinde

15 olan ve döküm vasıtasıyla veya frezeleme, zımbayla delme ve suyla kesme veya tel kesme gibi yöntemlerin bir kombinasyonu vasıtasıyla üretilen ve üç fazlı eksenel akılı daimi mıknatıslı motorlarda kullanılan bobinler açıklanmaktadır. Bobinlerin birinci fazı, tek bir bobin elemanından oluşmakta veya daha küçük parçalarla bir araya getirilmektedir ve montaj masasına yerleştirildiğinde tamamı

20 yukarı bakan oluklar içermektedir. Söz konusu oluklar, her iki tarafında oluklara sahip olan ikinci bobin elemanında aşağı bakan oluklara oturacak şekilde yerleştirilmektedir. İkinci bobin elemanındaki oluklar tarafından doldurulmayan birinci bobin elemanındaki oluklar ile birlikte yukarı bakan ikinci elemandaki oluklar, yalnızca aşağı yönde bakan oluklara sahip olan ve birinci bobin

25 elemanı ile özdeş olabilen üçüncü bobin elemanındaki oluklarla doldurulacak şekilde yerleştirilmektedir. Diğer örnek patent dokümanlarına US20140285048, US20130307366 ve US20120212085 sayılı dokümanlar verilebilir.

Öte yandan, bu buluş ile, stator bobinlerindeki sarımlara ek olarak ek sarımların kullanılması ve bu şekilde stator bobinlerindeki sarım sayısının azaltılabilmesi

30 sağlanmaktadır. Bu şekilde, motorun eksenel uzunluğu azaltılabilmekte ve motor daha kompakt bir yapıya kavuşmaktadır.

Bu buluş ile, İstem 1'de karakterize edilen özelliklerle tanımlanan, ek sarımlara sahip daimi mıknatıslı eksenel akılı elektrik makinesi gerçekleştirilmektedir.

Bu buluşun amacı, eksenel uzunluğu kısaltılmış bir daimi mıknatıslı eksenel akılı elektrik makinesinin gerçekleştirilmesidir.

- 5 Buluş konusu eksenel akılı elektrik makinesi bir stator sistemi ve bir rotor sistemi içermektedir. Ek sarım formunda birden çok simetrik toroidal sarım stator boyunduruğunun üstüne yerleştirilmekte ve her bir stator bobini çiftinin arasında söz konusu stator boyunduruğunun düzlemsel tarafları arasında en azından kısmen radyal olarak uzanmaktadır.
- 10 Ekteki şekiller yalnızca, önceki tekniğe göre avantajları yukarıda ana hatlarıyla anlatılan ve aşağıda ayrıntılı olarak açıklanacak olan bir daimi mıknatıslı eksenel akılı elektrik makinesini örneklendirme amacıyla verilmiştir.

- Şekiller, istemlerde tanımlanan koruma kapsamını sınırlandırmamaktadır ve bu buluşun açıklama kısmındaki teknik açıklamaya başvurulmadan, söz konusu
- 15 istemlerde tanımlanan kapsamı yorumlama amacıyla tek başlarına kullanılmamalıdır. Şekiller yalnızca örneklendirme amacıyla verilmiş olup, gerçek boyutları ve sistemin ilgili bileşenlerinin görece büyüklüklerini yansıtmak amacı taşımamaktadır.

- Şekil 1, stator ve rotor sistemlerine sahip teknikteki bir eksenel akılı elektrik
- 20 makinesinin perspektif görünüşüdür.

Şekil 2, buluşun bir uygulamasında, monte edilmiş durumda, stator boyunduruğu ve stator dişlerine sahip stator sisteminin perspektif görünüşüdür.

Şekil 3, buluşun bir uygulamasında, stator ve rotor sistemleri ile ek stator sarımlarına sahip eksenel akılı elektrik makinesinin perspektif görünüşüdür.

- 25 Şekil 4, buluşun bir uygulamasında, stator ve rotor sistemleri ile ek stator sarımlarına sahip eksenel akılı elektrik makinesinin yandan görünüşüdür.

Şekillerdeki parçalar tek tek numaralandırılmış olup, bu numaraların karşılığı aşağıda verilmiştir:

1. Eksenel akılı elektrik makinesi

2. Stator sistemi
3. Rotor sistemi
4. Stator dişleri
5. Stator bobini
- 5 6. Stator boyunduruğu
7. Rotor boyunduruğu
8. Daimi mıknatıs
9. Ek sarım

10 Buluş konusu daimi mıknatıslı (8) eksenel akılı elektrik makinesi (1) teknikte bilinen şekilde stator ve rotor sistemleri (2 ve 3) içermektedir.

Daimi mıknatıslar (8) rotor boyunduruğuna (7) tutturulmaktadır. Stator ve rotor boyunduruklarının (6, 7) ikisi de eksenel akı üreten stator bobinlerini (5) taşıyan stator dişlerine (4) teknikte bilinen şekilde monte edilmektedir. Stator dişleri (4) boyunduruğa tutturulacak şekilde tercihen ayrı olarak oluşturulmaktadır. Daimi 15 mıknatıslar (8), ilgili çıkıntılar (şekillerde gösterilmemiştir) vasıtasıyla rotor boyunduruğuna (7) sabitlenmektedir. Tercihen, stator dişleri (4) yalıtımlı saf demir tozu (Yumuşak Manyetik Kompozit (SMC: Soft Magnetic Composite) malzeme) kullanılarak üretilmekte ve yine ilgili çıkıntılar (şekillerde gösterilmemiştir) vasıtasıyla stator boyunduruğuna (6) tutturulmak üzere ayrı 20 olarak sarılmaktadır. Stator ve rotor sistemlerinin (2 ve 3) elde edilmesi için SMC malzemesi ve ferromanyetik levha laminasyonu birlikte kullanılabilir.

Buluşun bir uygulamasında, ek sarım (9) formundaki toroidal sarımlar, her bir stator bobini (5) çifti arasında kalacak şekilde stator boyunduruğu (6) yapısına eklenmektedir. Stator boyunduruğunun (6) her iki düzlemsel tarafı arasında en 25 azından kısmen radyal olarak uzanan ek sarımlar (9) genellikle güvenli bir şekilde üstlerinde desteklenmektedir.

Ek sarımlar (9), stator üstünde üç fazlı olarak bobinlerin üstüne sarılmaktadır. Eksenel akılı elektrik makinesinden (1) istenilen çıkış gücünün elde edilmesi için, sistemin amper sarımlarının yeterli olması gerekmektedir. Sistem yetersiz amper

sarımlara sahip olduğunda, akım veya sarım sayısının artırılması gerekmektedir. Akımı artırmak motor kayıplarını artırmakta ve motorun verimliliğini azaltmaktadır. Öte yandan, bu gibi durumlarda, stator dişlerinin (4) uzunluğunun artırılması ve motorun dış eksenel boyutlarının artırılması gerektiği için, sarım sayısını artırmak her zaman uygun olmamaktadır. Bu yaklaşımlar yerine, bu buluş ile, sarımlar bobinler arasındaki boyunduruğun üstüne yerleştirilerek, ek sarım alanı sağlanmaktadır.

Bu buluşta, stator bobinleri (5) üstündeki sarımların %23'üne karşılık gelen bir miktarın stator boyunduruklarına (6) ek olarak sarılması durumunda, ortalama torkun, ek salınma neden olmadan %11,5 oranında arttırdığı gözlemlenmiştir.

Bu nedenle, ek sarımlara (9) sahip sistemlerin motor performansları ve özellikle çıkış torkları karşılaştırıldığında, önerilen düzenlemenin doğrudan sonucu görülebilmektedir. Ek sarımlar (9) eksenel yönde yerleştirilmediği için, stator dişlerinin (4) etrafına sarılan sarımlar kadar katkı yapmamaktadırlar. Ancak, bu ek sarımlar (9) yine de fark edilebilir bir etkiye neden olmakta, yani eksenel akılı elektrik makinesinin (1) çıkış gücü veya verimliliğini artırmaktadır.

Verimliliğin artırılması isteniyorsa, stator bobinlerinin (5) üstündeki sarımların sayısını azaltmak ve daha büyük çapa sahip bobinler kullanmak, direnci azaltacak ve bakır kayıplarını en aza indirecektir. Bu şekilde, aynı amper sarımı elde edilecektir. Bu sistemin bir diğer avantajı, stator dişlerinin (4) etrafından sarım sayısı sabit tutularak ve boyunduruk üstüne ek sarımlar (9) ekleyerek aynı akımdan daha yüksek çıkış gücü elde edilmesinin mümkün olmasıdır.

Özetle, bu buluş ile, bir stator boyunduruğu (6) ve etrafına sarımlar sarılan stator dişlerine (4) sahip olan bir stator sistemi (2) ve bir rotor boyunduruğu (7) ve her biri söz konusu rotor boyunduruğunun (7) üstünde farklı bir göreceli konumda yerleştirilen birden çok daimi mıknatısa (8) sahip olan bir rotor sistemi (3) içeren bir eksenel akılı elektrik makinesi (1) gerçekleştirilmektedir.

Bu buluşun bir uygulamasında, ek sarım (9) formundaki birden çok simetrik toroidal sarım, söz konusu ek sarımların (9) her biri söz konusu rotor boyunduruğunun (6) bir radyal uzantısını tamamen çevreleyecek şekilde stator boyunduruğunun (6) üstüne yerleştirilmektedir.

7.2877 (ARC2017P00037)

Buluşun bir başka uygulamasında, ek sarım (9) formundaki söz konusu toroidal sarımların her biri, her bir stator bobini (5) çiftinin arasına yerleştirilmektedir.

5 Buluşun bir başka uygulamasında, söz konusu ek sarımlar (9), güvenli bir şekilde desteklenecek biçimde, stator boyunduruğunun (6) her iki düzlemsel tarafı arasında en azından kısmen radyal olarak uzanmaktadır.

Buluşun bir başka uygulamasında, stator ve rotor boyunduruklarının (6, 7) her biri lamine levhalardan üretilmektedir.

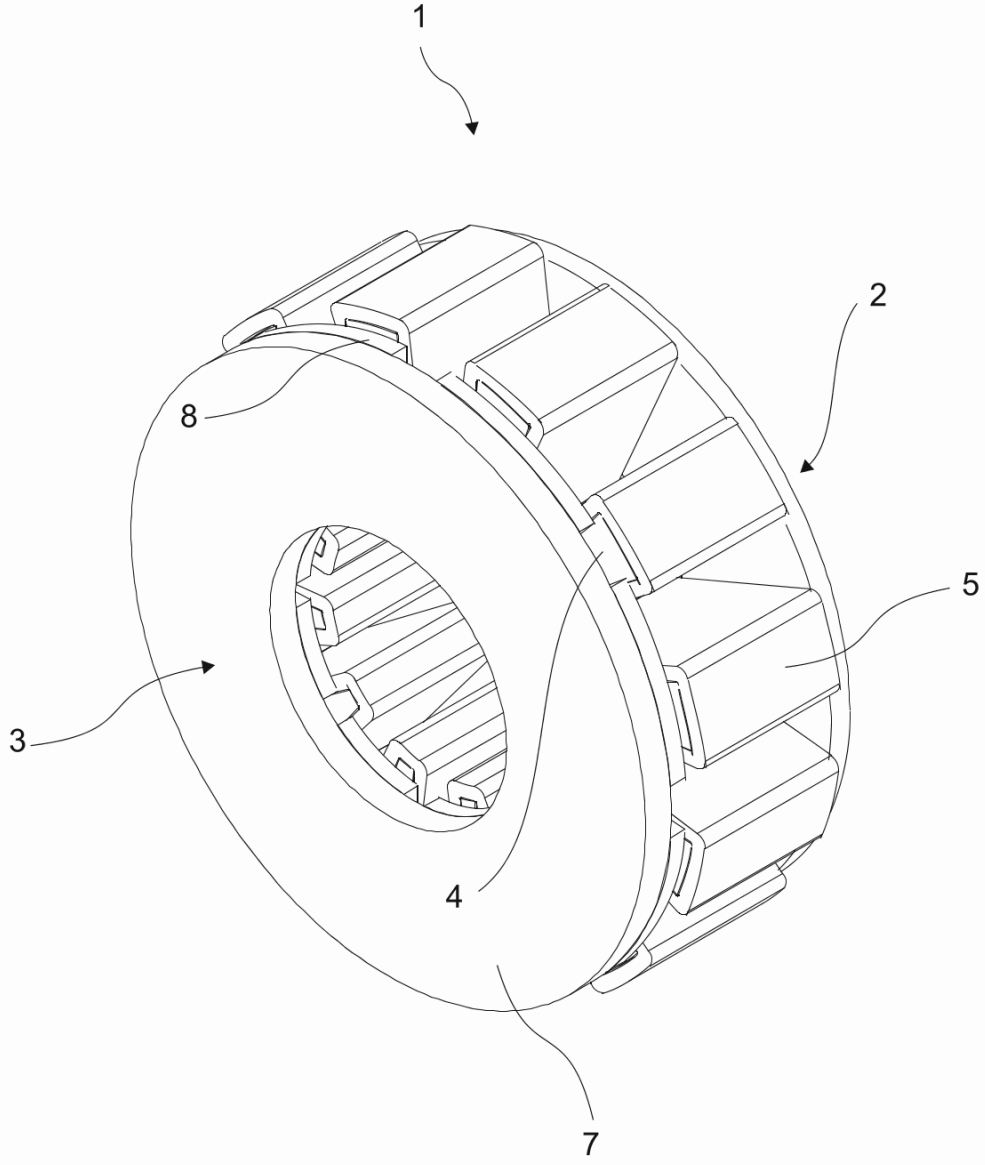
10 Buluşun bir başka uygulamasında, stator dişleri (4) yumuşak manyetik kompozit malzeme kullanılarak üretilmekte, stator boyunduruğuna (6) monte edilmeden sarılmakta, ardından stator boyunduruğuna (6) tutturulmaktadır.

Buluşun bir başka uygulamasında, stator dişleri (4) ve daimi mıknatıslar (8), stator ve rotor boyunduruklarının (6, 7) ilgili çıkıntılarına tutturulmak için, taban yüzeylerinde oluklar içermektedir.

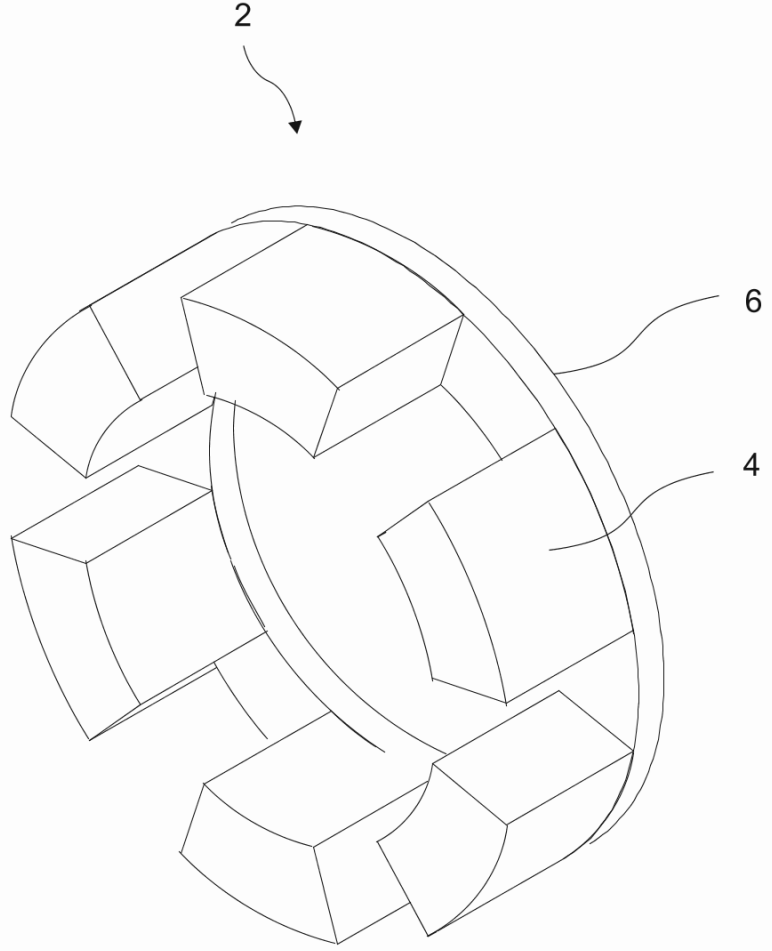
15 Buluşun bir başka uygulamasında, ek sarım (9) formundaki toroidal sarımlar, stator boyunduruğuna (6) sabitlenmekte ve söz konusu stator boyunduruğundan (6) çıkıntı yapan kesme vasıtası (şekillerde gösterilmemiştir) tarafından yerinde tutulmaktadır.

20 Bu şekilde, bu buluş sayesinde, motor performansından ödün vermeden ek sarımlar (9) vasıtasıyla daha az eksenel alan kaplayan bir eksenel akı motor gerçekleştirilmektedir.

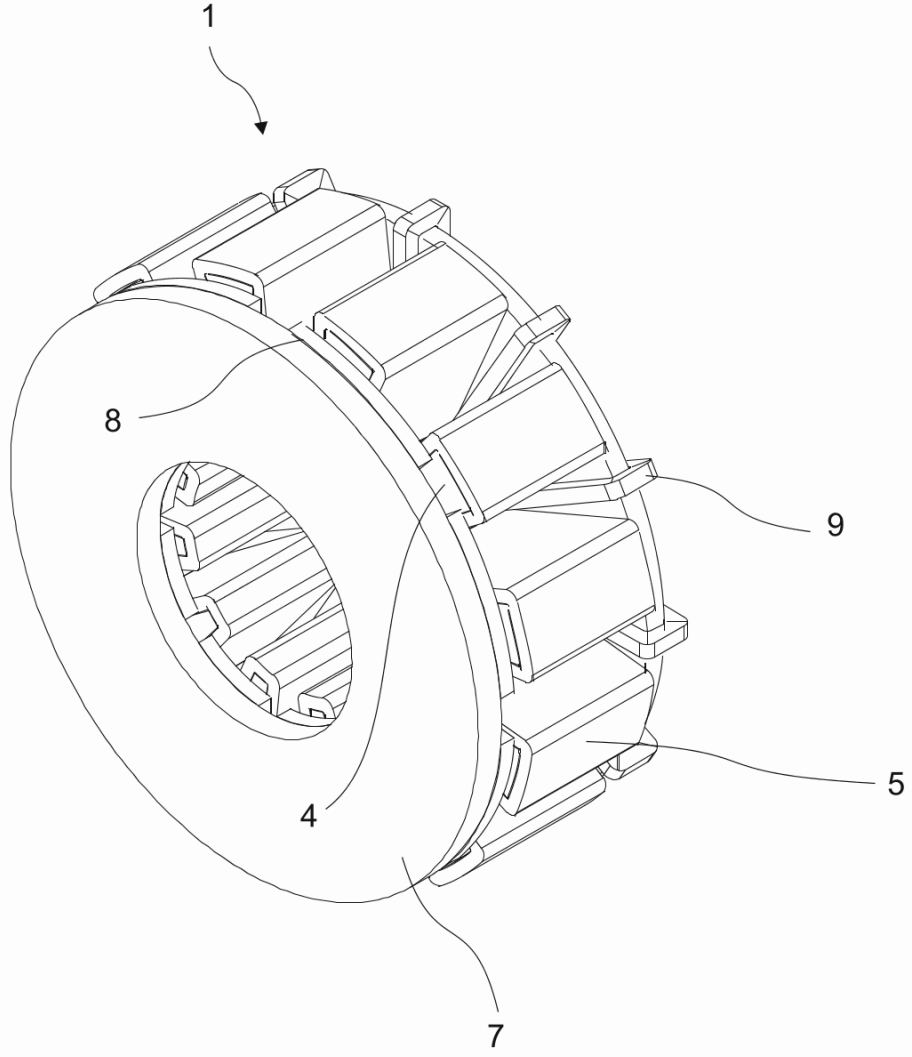
Şekil 1



Şekil 2



Şekil 3



Şekil 4

