

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード*(参考)
H 0 2 P 6/18		F 2 4 F 11/02	1 0 2 X 3 L 0 6 0
F 2 4 F 11/02	1 0 2	H 0 2 P 6/02	3 7 1 T 5 H 5 6 0
H 0 2 P 21/00		5/408	C 5 H 5 7 6

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2002-149449(P2002-149449)

(22) 出願日 平成14年5月23日(2002.5.23)

(71) 出願人 000001889  
三洋電機株式会社  
大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(71) 出願人 300034895  
三洋電機空調株式会社  
栃木県足利市大月町1番地

(72) 発明者 日比 秀二  
栃木県足利市大月町1番地 三洋電機空調株式会社内

(74) 代理人 100091823  
弁理士 櫛淵 昌之 (外1名)

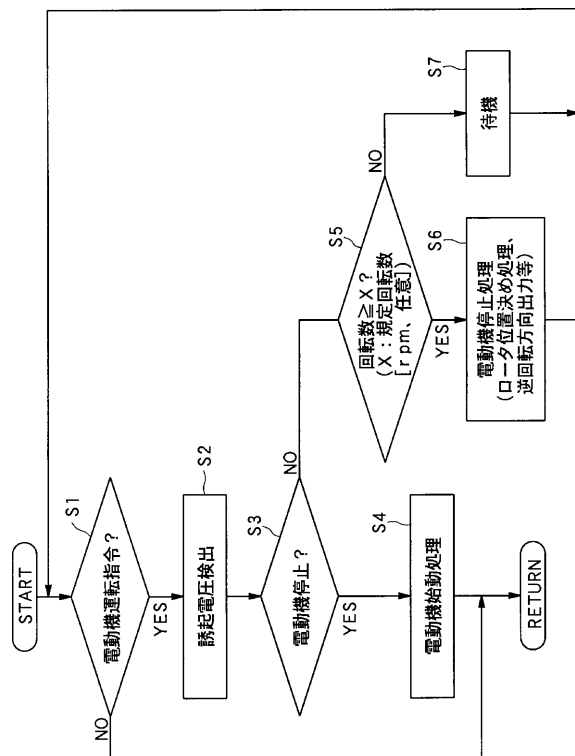
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 永久磁石型同期モータの制御方法及び制御装置

(57) 【要約】

【課題】 ホールICなどのセンサを設けることなく、始動時の永久磁石型同期モータの動作状態、ひいては、当該永久磁石型同期モータにより駆動される被駆動対の動作状態を把握する。

【解決手段】 ブラシレスDCモータに発生している誘起電圧を検出し(ステップS2)、検出した誘起電圧に基づいてブラシレスDCモータ30A、30Bの動作状態を検出する(ステップS3、S5)。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 正弦波駆動方式の永久磁石型同期モータをベクトル制御する永久磁石型同期モータの制御方法において、前記永久磁石型同期モータに発生している誘起電圧を検出する誘起電圧検出過程と、検出した前記誘起電圧に基づいて前記永久磁石型同期モータの動作状態を検出する動作状態検出過程と、を備えたことを特徴とする永久磁石型同期モータの制御方法。

【請求項 2】 請求項 1 記載の永久磁石型同期モータの制御方法において、前記動作状態検出過程において前記永久磁石型同期モータが停止あるいは停止しているとき見做される状態にある場合に、当該永久磁石型同期モータを始動すべく始動処理を行う始動処理過程を備えたことを特徴とする永久磁石型同期モータの制御方法。

【請求項 3】 請求項 2 記載の永久磁石型同期モータの制御方法において、前記動作状態検出過程は、前記永久磁石型同期モータの回転数を検出する回転数検出過程を備え、前記永久磁石型同期モータが停止あるいは停止しているとき見做される状態にある場合とは、検出した前記回転数が所定回転数未満である場合であることを特徴とする永久磁石型同期モータの制御方法。

【請求項 4】 請求項 1 記載の永久磁石型同期モータの制御方法において、前記動作状態検出過程は、前記永久磁石型同期モータの回転数を検出する回転数検出過程を備え、検出された前記回転数が所定回転数以上である場合に、前記永久磁石型同期モータの回転を停止させる停止処理過程と、前記停止処理過程において、回転が停止された前記永久磁石型同期モータを始動すべく始動処理を行う始動処理過程と、を備えたことを特徴とする永久磁石型同期モータの制御方法。

【請求項 5】 請求項 2 または請求項 4 記載の永久磁石型同期モータの制御方法において、前記始動処理過程は、前記ロータを正回転方向に回転させるための正トルクを得られる確率が高い所定角度範囲に移行させる初期位置移行過程と、前記ロータの位置が前記所定角度範囲内にあるとき見做される状態となった場合に、前記ロータを前記正回転方向に駆動させるための駆動制御を行う初期駆動制御過程と、を備えたことを特徴とする永久磁石型同期モータの制御方法。

【請求項 6】 正弦波駆動方式の永久磁石型同期モータをベクトル制御する永久磁石型同期モータの制御装置に

において、前記永久磁石型同期モータに発生している誘起電圧を検出する誘起電圧検出部と、検出した前記誘起電圧に基づいて前記永久磁石型同期モータの動作状態を検出する動作状態検出部と、を備えたことを特徴とする永久磁石型同期モータの制御装置。

【請求項 7】 請求項 6 記載の永久磁石型同期モータの制御装置において、

10 前記動作状態検出部が前記永久磁石型同期モータが停止あるいは停止しているとき見做される状態にあるとき検出した場合に、当該永久磁石型同期モータを始動すべく始動処理を行う始動処理部を備えたことを特徴とする永久磁石型同期モータの制御装置。

【請求項 8】 請求項 7 記載の永久磁石型同期モータの制御装置において、

20 前記動作状態検出部は、前記永久磁石型同期モータの回転数を検出する回転数検出部を備え、前記永久磁石型同期モータが停止あるいは停止しているとき見做される状態にある場合とは、検出した前記回転数が所定回転数未満である場合とすることを特徴とする永久磁石型同期モータの制御装置。

【請求項 9】 請求項 6 記載の永久磁石型同期モータの制御装置において、

30 前記動作状態検出部は、前記永久磁石型同期モータの回転数を検出する回転数検出部を備え、前記制御装置は、検出された前記回転数が所定回転数以上である場合に、前記永久磁石型同期モータの回転を停止させる停止処理部と、前記停止処理部により回転が停止された前記永久磁石型同期モータを始動すべく始動処理を行う始動処理部と、を備えたことを特徴とする永久磁石型同期モータの制御装置。

【請求項 10】 請求項 7 または請求項 9 記載の永久磁石型同期モータの制御装置において、

40 前記始動処理部は、前記ロータを正回転方向に回転させるための正トルクを得られる確率が高い所定角度範囲に移行させる初期位置移行部と、前記ロータの位置が前記所定角度範囲内にあるとき見做される状態となった場合に、前記ロータを前記正回転方向に駆動させるための駆動制御を行う初期駆動制御部と、を備えたことを特徴とする永久磁石型同期モータの制御装置。

【請求項 11】 室内機および室外機を有する空気調和装置において、

50 前記室内機あるいは前記室外機のうち少なくともいずれか一方に設けられたファンを駆動する永久磁石型同期モータと、前記永久磁石型同期モータに発生している誘起電圧を検出する誘起電圧検出部と、

検出した前記誘起電圧に基づいて前記ファンの動作状態を検出する動作状態検出部と、  
を備えたことを特徴とする空気調和装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、永久磁石型同期モータの制御方法、制御装置および空気調和装置に係り、特に正弦波駆動方式の永久磁石型同期モータを制御するための技術に関する。

【0002】

【従来の技術】永久磁石型同期モータであるブラシレスDCモータは、固定子巻線と永久磁石の回転子（ロータ）とを有しており、インバータ等を用いてその駆動が制御される。

【0003】このような従来のブラシレスDCモータをロータの回転速度検出および位置検出用のセンサ無し（センサレス）で正弦波駆動方式により駆動し、熱交換に用いるファンを駆動する場合に、3相PWMインバータからブラシレスDCモータへ供給される三相交流電流の一部を、ロータの回転座標系に変換して磁束電流  $I_d$  とトルク電流  $I_q$  とし、これらの電流からロータの位置及び回転速度（回転数）を推定し、これらの推定値に基づきファンの駆動制御を行うものが知られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、ロータの位置及び回転速度（回転数）を推定し、これらの推定値に基づきファンの駆動制御を行う場合には、ブラシレスDCモータがある程度で動作するまで、ファンの動作状態を把握することはできないという不具合がある。すなわち、始動時にはファンの動作状態を把握することはできず、駆動制御を行ったにもかかわらず、ファンが動作しないか、あるいは、ファンが逆転してしまうという問題点があった。

【0005】そこで、本発明の目的は、ホールICなどのセンサを設けることなく、始動時の永久磁石型同期モータの動作状態を把握でき、ロータが逆回転することのない、ひいては始動時のファンの動作状態を把握でき、ファンが逆回転することのない永久磁石型同期モータの制御方法、制御装置および空気調和装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、正弦波駆動方式の永久磁石型同期モータをベクトル制御する永久磁石型同期モータの制御方法は、前記永久磁石型同期モータに発生している誘起電圧を検出する誘起電圧検出過程と、検出した前記誘起電圧に基づいて前記永久磁石型同期モータの動作状態を検出する動作状態検出過程と、を備えたことを特徴としている。

【0007】この場合において、前記動作状態検出過程において前記永久磁石型同期モータが停止あるいは停止

していると見做される状態にある場合に、当該永久磁石型同期モータを始動すべく始動処理を行う始動処理過程を備えるようにしてもよい。

【0008】また、前記動作状態検出過程は、前記永久磁石型同期モータの回転数を検出する回転数検出過程を備え、前記永久磁石型同期モータが停止あるいは停止していると見做される状態にある場合とは、検出した前記回転数が所定回転数未満である場合であるようにしてもよい。

10 【0009】さらに、前記動作状態検出過程は、前記永久磁石型同期モータの回転数を検出する回転数検出過程を備え、検出された前記回転数が所定回転数以上である場合に、前記永久磁石型同期モータの回転を停止させる停止処理過程と、前記停止処理過程において、回転が停止された前記永久磁石型同期モータを始動すべく始動処理を行う始動処理過程と、を備えるようにしてもよい。

20 【0010】さらにまた、前記始動処理過程は、前記ロータを正回転方向に回転させるための正トルクを得られる確率が高い所定角度範囲に移行させる初期位置移行過程と、前記ロータの位置が前記所定角度範囲内にあると見做される状態となった場合に、前記ロータを前記正回転方向に駆動させるための駆動制御を行う初期駆動制御過程と、を備えるようにしてもよい。

30 【0011】また、正弦波駆動方式の永久磁石型同期モータをベクトル制御する永久磁石型同期モータの制御装置は、前記永久磁石型同期モータに発生している誘起電圧を検出する誘起電圧検出部と、検出した前記誘起電圧に基づいて前記永久磁石型同期モータの動作状態を検出する動作状態検出部と、を備えたことを特徴としている。

【0012】上記構成によれば、誘起電圧検出部は、永久磁石型同期モータに発生している誘起電圧を検出する。

【0013】これにより動作状態検出部は、誘起電圧検出部が検出した誘起電圧に基づいて永久磁石型同期モータの動作状態を検出する。

40 【0014】この場合において、前記動作状態検出部が前記永久磁石型同期モータが停止あるいは停止していると見做される状態にあると検出した場合に、当該永久磁石型同期モータを始動すべく始動処理を行う始動処理部を備えるようにしてもよい。

【0015】また、前記動作状態検出部は、前記永久磁石型同期モータの回転数を検出する回転数検出部を備え、前記永久磁石型同期モータが停止あるいは停止していると見做される状態にある場合とは、検出した前記回転数が所定回転数未満である場合とするようにしてもよい。

50 【0016】さらに、前記動作状態検出部は、前記永久磁石型同期モータの回転数を検出する回転数検出部を備え、前記制御装置は、検出された前記回転数が所定回転

数以上である場合に、前記永久磁石型同期モータの回転を停止させる停止処理部と、前記停止処理部により回転が停止された前記永久磁石型同期モータを始動すべく始動処理を行う始動処理部と、を備えるようにしてもよい。

【0017】さらにまた、前記始動処理部は、前記ロータを正回転方向に回転させるための正トルクを得られる確率が高い所定角度範囲に移行させる初期位置移行部と、前記ロータの位置が前記所定角度範囲内にあると見做される状態となった場合に、前記ロータを前記正回転方向に駆動させるための駆動制御を行う初期駆動制御部と、を備えるようにしてもよい。

【0018】また、室内機および室外機を有する空気調和装置は、前記室内機あるいは前記室外機のうち少なくともいずれか一方に設けられたファンを駆動する永久磁石型同期モータと、前記永久磁石型同期モータに発生している誘起電圧を検出する誘起電圧検出部と、検出した前記誘起電圧に基づいて前記ファンの動作状態を検出する動作状態検出部と、を備えたことを特徴としている。

【0019】上記構成によれば、誘起電圧検出部は、ファンを駆動する永久磁石型同期モータに発生している誘起電圧を検出する。

【0020】これにより動作状態検出部は、ファンの動作状態を検出する。

【0021】

【発明の実施の形態】次に本発明の好適な実施の形態について図面を参照して説明する。

【0022】図1は、永久磁石型同期電動機（以下、ブラシレスDCモータという。）により駆動される圧縮機を備えた空気調和装置の冷媒回路図である。

【0023】空気調和装置10は、図1に示すように、室外機11及び室内機12を有している。室外機11の室外冷媒配管14と室内機12の室内冷媒配管15とが、連結配管24、25を介して連結されている。

【0024】室外機11は、室外に設置され、室外冷媒配管14に圧縮機16が配設されている。圧縮機16の吸込側にアキュムレータ17が接続されている。また、圧縮機16の吐出側に四方弁18が室外冷媒配管14を介して接続されている。四方弁18には、室外熱交換器19が室外冷媒配管14を介して接続されている。

【0025】また、室外熱交換器19には、ブラシレスDCモータ30Aにより駆動され、この室外熱交換器19へ向かって送風する室外ファン20が隣接して配置されている。

【0026】一方、室内機12は、室内に設置され、室内冷媒配管15に室内熱交換器21が配設されている。さらに室内機12は、室内冷媒配管15において室内熱交換器21近傍に電動膨張弁22が配設されている。室内熱交換器21には、ブラシレスDCモータ30Bにより駆動され、この室内熱交換器21へ送風する室内ファ

ン23が隣接して配置されている。

【0027】室外機11の四方弁18が冷房側あるいは暖房側に切り換えられることにより、空気調和装置10が冷房運転又は暖房運転に設定される。つまり、四方弁18が冷房側に切り換えられたときには、冷媒が実線矢印の如く流れ、室外熱交換器19が凝縮器に、室内熱交換器21が蒸発器になって冷房運転状態となり、室内機12の室内熱交換器21が室内を冷房する。また、四方弁18が暖房側に切り換えられたときには、冷媒が破線矢印の如く流れ、室内熱交換器21が凝縮器に、室外熱交換器19が蒸発器になって暖房運転状態となり、室内機12の室内熱交換器21が室内を暖房する。

【0028】図2は、ブラシレスDCモータの駆動装置のブロック図である。

【0029】ブラシレスDCモータ30A、30Bは、図示しない固定子巻線及び永久磁石の回転子（ロータ）を備えており、これらのブラシレスDCモータ30A、30Bは、それぞれブラシレスDCモータ駆動装置50により駆動される。なお、以下の説明においては、ブラシレスDCモータ30Aの動作を中心として説明する。

【0030】ブラシレスDCモータ駆動装置50は、大別すると、3相PWMインバータ31、交流電源32、整流回路33および制御装置34を備えている。

【0031】3相PWMインバータ31には、交流電源32からの交流電力が整流回路33により変換された直流電力が供給される。これにより3相PWMインバータ31は、ブラシレスDCモータ30Aの動作状態に対応する所定の周波数と電圧を有する交流電力に変換してブラシレスDCモータ30Aへ供給する。この結果、ブラシレスDCモータ30Aの回転速度等が制御されることとなる。

【0032】制御装置34は、大別すると、電力入力部35、3相/2相座標変換部36、ロータ速度・位置推定部37、速度制御部38、位相制御部39、電流制御部40、2相/3相座標変換部41、誘起電圧検出部42を備えている。

【0033】制御装置34の2相/3相座標変換部41は、3相PWMインバータ31の図示しないスイッチング素子へ、パルス変調された正弦波の電圧指令 $V_u$ 、 $V_v$ 、 $V_w$ を出力する。これによって、3相PWMインバータ31からブラシレスDCモータ30Aへ、電圧がパルス幅変調（PWM）を受けた擬似正弦波となる三相交流電力を供給する。

【0034】制御装置34の電流入力部35は、3相PWMインバータ31からブラシレスDCモータ30Aへ供給される三相交流電流のうち、二相の交流電流 $I_u$ 及び $I_v$ をA/D変換（analog to digital変換）して取り込む。本実施の形態において添字 $u$ 、 $v$ 、 $w$ は、ブラシレスDCモータ30Aの $u$ 相、 $v$ 相、 $w$ 相にそれぞれ対応する。



【0035】3相/2相座標変換部36は、電流入力部35により取り込まれた交流電流 $I_u$ 及び $I_v$ を、ブラシレスDCモータ30Aにおけるロータ上の回転座標系(d-q座標系)に座標変換し、磁束電流 $I_d$ (d軸電流)及びトルク電流 $I_q$ (q軸電流)を算出する。

【0036】ロータ速度・位置推定部37は、3相/2相座標変換部36により座標変換された磁束電流 $I_d$ 及びトルク電流 $I_q$ 等に基づき、ブラシレスDCモータ30Aにおけるロータの位置及び回転数(速度)を、例えば100 $\mu$ 秒毎に算出して推定する。

【0037】速度制御部38は、ロータ速度・位置推定部37にて推定されたロータの速度とロータの目標速度との偏差に基づき、例えば1ms毎に比例積分制御(PI制御)を実行して、トルク電流 $I_q$ 目標値を生成する。

【0038】位相制御部39は、ブラシレスDCモータ30Aに作用する負荷の変動に比例して変化するトルク電流 $I_q$ を取り込んで負荷状態を認識し、この負荷状態に応じた磁束電流 $I_d$ 目標値を生成する。具体的には、ブラシレスDCモータ30Aに作用する負荷の増大に比例して増加するトルク電流 $I_q$ を取り込んで、次式に基づき磁束電流 $I_d$ 目標値を減少させる。なお、下記式において、 $k$ は正の定数である。

$$\text{【0039】磁束電流 } I_d \text{ 目標値} = -k \times I_q^2$$

この磁束電流 $I_d$ 目標値の減少により、後述の如く電流制御部40が出力する磁束電圧 $V_d$ が低下し、2相/3相座標変換部41が出力する電圧指令 $V_u$ 、 $V_v$ 、 $V_w$ の位相が進んで、負荷の増大により遅れた当該電圧指令 $V_u$ 、 $V_v$ 、 $V_w$ の位相が復元される。

【0040】電流制御部40は、速度制御部38により生成されたトルク電流 $I_q$ 目標値と実際のトルク電流 $I_q$ との偏差に基づきPI制御を実行して、トルク電圧 $V_q$ ( $V_q$ 軸電圧)を算出し、更に、位相制御部39により生成された磁束電流 $I_d$ 目標値と実際の磁束電流 $I_d$ 目標値との偏差に基づきPI制御を実行して、磁束電圧 $V_d$ ( $V_d$ 軸電圧)を算出する。

【0041】2相/3相座標変換部41は、電流制御部40にて算出された磁束電圧 $V_d$ 及びトルク電圧 $V_q$ を三相交流の座標系に変換して、前述のパルス変調された正弦波の電圧指令 $V_u$ 、 $V_v$ 、 $V_w$ を算出し、これらの電圧指令 $V_u$ 、 $V_v$ 、 $V_w$ が3相PWMインバータ31のスイッチング素子(不図示)へ出力されて、電圧がパルス幅変調を受けた擬似正弦波となる三相交流電力が、3相PWMインバータ31からブラシレスDCモータ30Aへ出力される(通常制御)。

【0042】誘起電圧検出部42は、ブラシレスモータ30Aのロータが回転することにより発生した誘起電圧( $V_{Gu}$ 、 $V_{Gv}$ 、 $V_{Gw}$ )を検出する。

【0043】次にブラシレスDCモータ駆動装置50の始動時制御について説明する。

【0044】まず、ブラシレスDCモータ駆動装置50の制御装置34は、オペレータの操作あるいはあらかじめなされたプログラムに基づいて電動機運転指令がなされたか否かを判別する(ステップS1)。

【0045】ステップS1の判別において、電動機運転指令がなされていない場合には(ステップS;No1)、処理を図示しないメイン処理に移行する。

【0046】ステップS1の判別において、電動機運転指令がなされた場合には(ステップS1;Yes)、誘起電圧検出部42がブラシレスモータ30Aのロータが回転することにより発生した誘起電圧( $V_{Gu}$ 、 $V_{Gv}$ 、 $V_{Gw}$ )を検出する(ステップS2)。そして、制御装置34は、誘起電圧に基づいて、ブラシレスモータ30Aのロータの回転数を検出する。すなわち、図5に示すような、あらかじめ記憶していた誘起電圧と回転数との関係に基づいて、回転数を検出する。

【0047】次に制御装置34は、ブラシレスモータ30Aのロータが停止している(あるいは停止していると見做される状態)か否かを判別する(ステップS3)。ここで、ブラシレスモータ30Aのロータが停止しているあるいは停止していると見做される状態にあるとは、図5に示すように、検出した誘起電圧が所定の誘起電圧 $V_{G1}$ 未満である場合である。

【0048】ステップS3の判別において、ブラシレスモータ30Aのロータが停止していない場合には(ステップS3;No)、ロータの回転数が所定回転数 $X$ 以上であるか否かを判別する、すなわち、図5に示すように、検出した誘起電圧が所定の誘起電圧 $V_{G2}$ 以上であるか否かを判別する(ステップS5)。

【0049】ステップS5の判別において、ロータの回転数が所定回転数 $X$ 以上である、すなわち、検出した誘起電圧が所定の誘起電圧 $V_{G2}$ 以上である場合には、ロータを所定の位置に移行させるロータ位置決め処理あるいは誘起電圧 $V_{Gu}$ 、 $V_{Gv}$ 、 $V_{Gw}$ の位相を検出することにより、ロータが逆回転していると判別される場合には、逆方向(正回転方向)に回転制御を行うなどによる電動機停止処理を行う(ステップS6)。そして、処理を再びステップS1に移行し同様の処理を行う。

【0050】ステップS5の判別において、ロータの回転数が所定回転数 $X$ 未満である、すなわち、検出した誘起電圧が誘起電圧 $V_{G1}$ 以上かつ誘起電圧 $V_{G2}$ 未満である場合には、当該回転は一時的なものであり、待機すれば回転が停止すると考えられるので、待機状態となる(ステップS7)。そして、処理を再びステップS1に移行し同様の処理を行う。

【0051】ステップS3の判別において、ブラシレスモータ30Aのロータが停止しているあるいは停止していると見做される状態にある場合には、電動機始動処理を行う(ステップS4)。

【0052】ここで、電動機始動処理について図5を参

# Explore Litigation Insights

Docket Alarm provides insights to develop a more informed litigation strategy and the peace of mind of knowing you're on top of things.

## Real-Time Litigation Alerts



Keep your litigation team up-to-date with **real-time alerts** and advanced team management tools built for the enterprise, all while greatly reducing PACER spend.

Our comprehensive service means we can handle Federal, State, and Administrative courts across the country.

## Advanced Docket Research



With over 230 million records, Docket Alarm's cloud-native docket research platform finds what other services can't. Coverage includes Federal, State, plus PTAB, TTAB, ITC and NLRB decisions, all in one place.

Identify arguments that have been successful in the past with full text, pinpoint searching. Link to case law cited within any court document via Fastcase.

## Analytics At Your Fingertips



Learn what happened the last time a particular judge, opposing counsel or company faced cases similar to yours.

Advanced out-of-the-box PTAB and TTAB analytics are always at your fingertips.

## API

Docket Alarm offers a powerful API (application programming interface) to developers that want to integrate case filings into their apps.

## LAW FIRMS

Build custom dashboards for your attorneys and clients with live data direct from the court.

Automate many repetitive legal tasks like conflict checks, document management, and marketing.

## FINANCIAL INSTITUTIONS

Litigation and bankruptcy checks for companies and debtors.

## E-DISCOVERY AND LEGAL VENDORS

Sync your system to PACER to automate legal marketing.