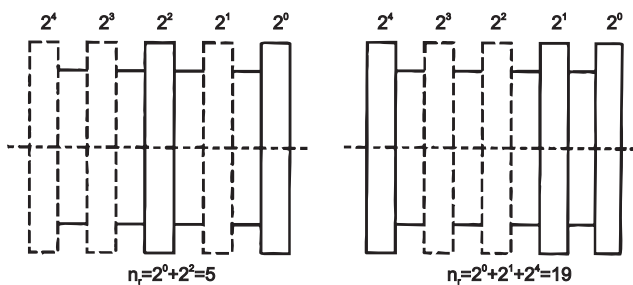


Możliwości metody znakowania wyrobów sztuczowych mikrokodami w systemach automatycznej identyfikacji

Stanisław Kwaśniowski
Paweł Zajac

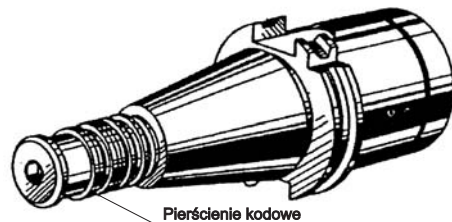
Prowadzenie szybkiego, dokładnego i wiarygodnego procesu DPMI (*Direct Part Mark Identification*) stanowi nie lada wyzwanie, ponieważ odczyt kodów kreskowych może być niekiedy utrudniony, np. ze względu na słaby kontrast, zmiany powierzchni znakowanego elementu, jego częściowe zniszczenie w trakcie obróbki oraz niekorzystne warunki środowiskowe. Jeżeli kod staje się nieczytelny, element przestaje być właściwie identyfikowany i obrabiany, a tym samym obniża się wydajność całego zautomatyzowanego procesu.

W pierwszych rozwiązaniach technologii trwałego oznaczania elementów stosowano mechaniczne oznaczanie w postaci pierścieni kodowych, zakodowanych w systemie dwójkowym (rys. 1 i 2).



Rys. 1. System kodowania numeru w systemie dwójkowym [3]

jest zazwyczaj włączony w proces projektowania danego elementu; ewentualne odstępstwa od ustalonego wcześniej projektu wymagają najczęściej zgody inżyniera-projektanta. Do podstawowych metod stosowa-



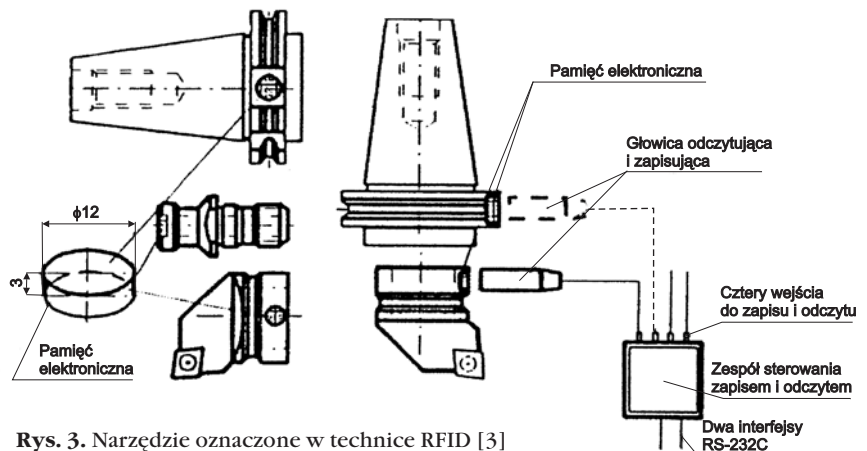
Rys. 2. Przykład oznaczenia narzędzia w technologii pierścieniowej [3]

Można stwierdzić, iż od tego momentu rozwój technik trwałego oznaczania elementów w ramach systemów automatycznej identyfikacji rozwinął się w dwóch podstawowych kierunkach:

- kodowanie mechaniczne – rys. 1 i 2
- kodowanie elektroniczne – rys. 3.

Kodowanie elektroniczne dotyczy oznaczania elementów za pomocą techniki RFID (znaczniki czasami nazywane tagami). Mechaniczne pierścienie zostały zastąpione elektroniczną pamięcią w postaci transpondera (w odmianach: aktywny lub pasywny) – rys. 3.

W grupie technologii kodowania mechanicznego znalazły się nowe metody. Wybór metody znakowania



Rys. 3. Narzędzie oznaczone w technice RFID [3]

nych do wytwarzania symboli kodowych dla aplikacji DPMI – umożliwiających maszynowy, zautomatyzowany odczyt – zalicza się:

- natrysk punktowy
- znakowanie laserowe
- znakowanie mikroudarowe
- znaki wytwarzane metodami elektrochemicznymi (tzw. kwasoryt)
- nadruki atramentowe.

dr inż. Stanisław Kwaśniowski, dr inż. Paweł Zajac
– Politechnika Wroclawska, Wydział Mechaniczny
Instytut Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn

Najważniejszymi czynnikami decydującymi o wyborze metody znakowania są: średnia długość „życia” elementu; rodzaj stali lub tworzywa (jego własności fizyko-chemiczne), z którego jest wyprodukowany; podatność na zużycie w danym środowisku oraz wielkość produkcji. Do pozostałych, mniej istotnych czynników zaliczyć można: fakturę powierzchni elementu, ilość danych do zakodowania na każdej z części oraz dostępną przestrzeń i lokalizację oznaczenia na elemencie.

Trwałe znakowanie małych przedmiotów wymaga użycia tzw. mikrokodów. Najczęściej do tego celu wykorzystuje się kody matrycowe Data Matrix. Nanoszone są na powierzchnie przedmiotów różnymi technikami. W artykule przedstawiona jest technika nanoszenia mikrokodów na przedmiotach metalowych. Mały kod, zawierający informacje o wyrobie wymaga do odczytu użycia czytnika wizyjnego, który potrafi odczytać (odszfrować) informacje zawarte w kodzie.

Budowa kodu DATA MATRIX

Data Matrix jest kodem dwuwymiarowym o dużej gęstości i zmiennej długości. Istnieje wiele odmian kodu Data Matrix i każda z nich używa innych metod detekcji i korekcji błędów. Typ kodu jest identyfikowany poprzez numer występujący po nazwie “ECC”, np. ECC 000, ECC 050, ECC 080, ECC 000-140, ECC 200. Numer ten oznacza typ korekcji błędów. Najnowszym i zalecanym typem jest ECC 200. Używa on efektywniejszych algorytmów do kodowania danych, wykrywania błędów i ich korekcji. Do tego celu wykorzystuje algorytm Reeda-Solomona.

Cechy kodu

Data Matrix jest kodem matrycowym. Jest to kod modularny, zbudowany z odcinków danych zwanych słowami kodowymi. Modułem w tym kodzie jest pojedyncza tzw. komórka w kształcie kwadratu. Jest to odpowiednik kreski w „zwykłych” kodach kreskowych. Wymiar X (szerokość modułu) powinien być określony dla danej aplikacji, z uwzględnieniem techniki skanowania oraz drukowania symbolu.

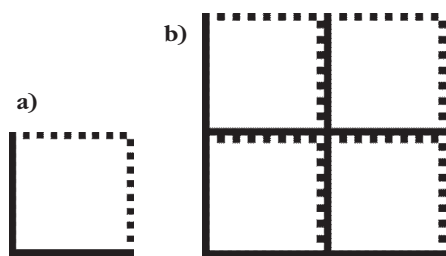
Struktura kodu

Każdy symbol w kodzie Data Matrix składa się z regionów danych, które zawierają kwadratowe moduły two-

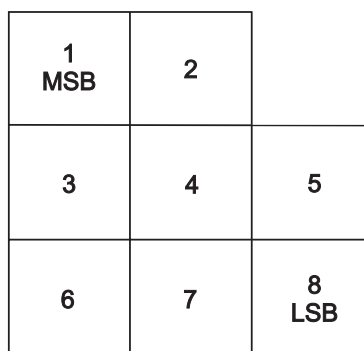
Tab. 1. Pojemność informacyjna kodu Data Matrix typu ECC 200

Wymiary	Szczegóły				Pojemność informacyjna		
	Regiony danych	Bajty danych	Bajty błędów	ECC %	Cyfry	Alfanumeryczne	8-bitowe ASCII
10 x 10	1	3	5	62,5	6	3	1
12 x 12	1	5	7	58,3	10	6	3
14 x 14	1	8	10	55,6	16	10	6
16 x 16	1	12	12	50,0	24	16	10
18 x 18	1	18	14	43,8	36	25	16
20 x 20	1	22	18	45,0	44	31	20
22 x 22	1	30	20	40,0	60	43	28
24 x 24	1	36	24	40,0	72	52	34
26 x 26	1	44	28	38,9	88	64	42
32 x 32	4	62	36	36,7	124	91	60
36 x 36	4	86	42	32,8	172	127	84
40 x 40	4	114	48	29,6	228	169	112
44 x 44	4	144	56	28,0	288	214	142
48 x 48	4	174	68	28,1	348	259	172
52 x 52	4	204	84	29,2	408	304	202
64 x 64	16	280	112	28,6	560	418	278
72 x 72	16	368	144	28,1	736	550	366
80 x 80	16	456	192	29,6	912	682	454
88 x 88	16	576	224	28,0	1152	862	574
96 x 96	16	696	272	28,1	1392	1042	694
104x104	16	816	336	29,2	1632	1222	814
120x120	36	1050	408	28,0	2100	1573	1048
132x132	36	1304	496	27,6	2608	1954	1302
144x144	36	1558	620	28,5	3116	2335	1556

zące regularną tablicę. Dla większych symboli ECC 200 regiony danych są rozdzielone przez wzory organizujące. Region danych jest otoczony wzorem pozycjonującym (*finder pattern*). Wzór pozycjonujący to obwód obszaru danych o szerokości równej jednemu modułowi. Dwa sąsiadujące ze sobą boki tablicy, lewy i dolny, tworzą ograniczenie w kształcie litery L w postaci czarnych linii, wykorzystywanych głównie do



Rys. 4. Struktura komórkowa symbolu a) kod o wymiarze 18x8 jednopolowy, b) kod o wymiarze 32x32 czteropolowy



Rys. 5. Ułożenie bitów w słowie kodowym dla formatu ECC 200 (MSB – najbardziej znaczący bit, LSB – najmniej znaczący bit)

określania fizycznej wielkości, orientacji i zniekształcenia symbolu. Dwa przeciwległe boki symbolu kodu, składające się z ułożonych na przemian ciemnych i jasnych modułów, są wykorzystywane głównie do definiowania struktury komórkowej symbolu, ale mogą być również pomocne przy określaniu fizycznych wymiarów i zniekształcenia symbolu (rys. 4).

Pojemność informacyjna

Kod Data Matrix może zakodować do 2335 znaków alfanumerycznych, 1556 znaków ośmiobitowych lub 3116 znaków numerycznych (cały rozszerzony zestaw znaków ASCII). Kod ECC 200 umożliwia ponadto zakodowanie znaków z alfabetu arabskiego, cyrylicy, greckiego i hebrajskiego, a także innych znaków definiowanych przez użytkownika.

Tab. 1 przedstawia pojemność informacyjną kodu Data Matrix dla różnych kombinacji wierszy/kolumn. Przedstawione liczby odnoszą się do typu ECC 200.

Przykłady kodów Data Matrix w zależności od pojemności informacji przedstawiają rys. 6, 7 i 8.

Do znakowania przedmiotów wąskich (np. narzędzia skrawające, narzędzia do obróbki metali, narzędzia chirurgiczne, implanty metalowe) stosuje się kody matrycowe podłużne (prostokątne). Wzory tych kodów oraz ich pojemność informacyjną zestawiono w tab. 2.

Znakowane materiały to:

- metale: od miękkiego aluminium po ulepszoną cieplnie stal
- tworzywa sztuczne, z możliwością wykorzystania różnych kolorów
- szkło i ceramika z wykorzystaniem rylca z końcówką diamentową
- inne materiały: polistyren, tektura, papier, drewno, skóra itp.









Rys. 6. Symbol, w którym zakodowano losowo ciąg 50 znaków alfanumerycznych (32x32)



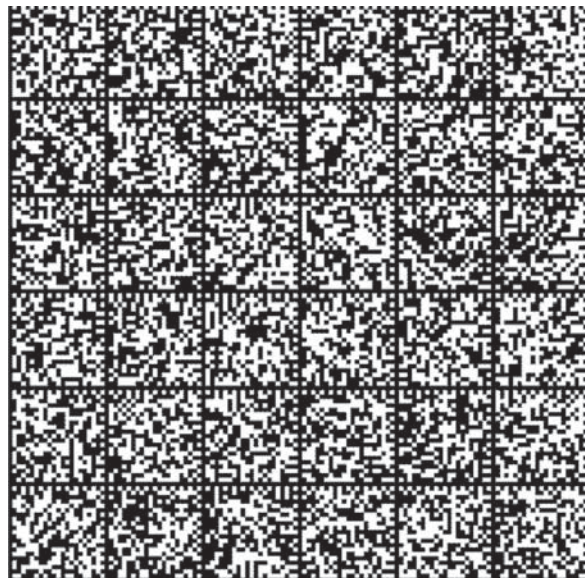
Rys. 7. Przykład większego kodu z zakodowaną dłuższą informacją – ciągiem 200 losowych znaków alfanumerycznych (52x52)

Tab. 2. Pojemność informacyjna i wzory kodów prostokątnych

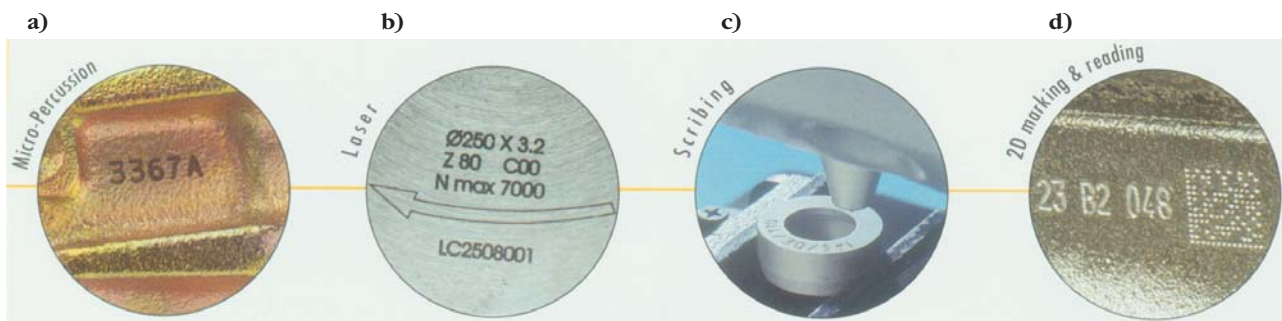
Wielkość symbolu (wiersz x kolumna)	Pojemność danych			Maks. liczba błędów	Wzór kodu
	numery	znaki	bity		
8x18	10	6	3	7	
8x32	20	13	8	11	
12x24	32	22	14	32	
12x36	44	31	20	44	
16x36	64	46	30	64	
16x48	98	72	47	98	

Technologie znakowania

Technologia znakowania elementów zależy od podłoża, na którym ma być naniesione oznakowanie. Na opakowaniach kartonikowych używane są techniki drukarskie; na elementach scalonych (np. mikroprocesorach – rys. 12) znaki są nanoszone za pomocą technik lakierowniczych; na przedmiotach szklanych można stosować trawienie, lakierowanie lub drążenie ściernie. Do znakowania elementów metalowych stosowane są metody: mikroudarowa, laserowa, elektrodrążenia lub rylcowa. Przykłady wykorzystania tych technologii ilustruje rys. 9.



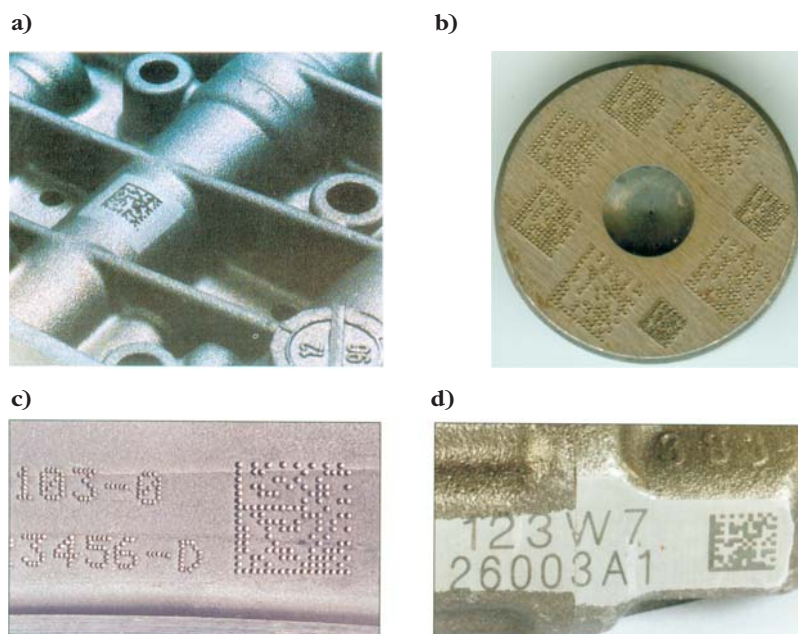
Rys. 8. Przykład możliwości kodu Data Matrix – zakodowanie 1500 znaków alfanumerycznych (132x132)



Rys. 9. Oznakowania na elementach metalowych, naniesione technologią: mikroudarówą a), b); laserową c); metodą rylcową d)

W dalszej części artykułu zostanie omówiona technologia mikroudarów. Polega ona na wygniataniu w materiale punktów za pomocą punktaka wykonanego z węglików spiekanych. Punktak jest precyzyjnie pozycjonowany za pomocą suportu współrzędności-

jest jako bit „0”. Wielkość odcisku zależy od siły uderzenia punktaka oraz kąta zaostrenia jego końcówki. Stosuje się końcówki o kącie wierzchołkowym od 60° do 120°. Przykładowe oznaczenia na różnych przedmiotach metalowych przedstawiono na rys. 10.



Rys. 10. Przykładowe oznakowania przedmiotów metalowych: a) oznakowanie głowicy silnika, b) próby oznakowania ciągadła (średnica ciągadła - 25 mm), c) oznaczenie alfanumeryczne elementu technologi mikroudarówą, d) oznaczenie elementu technologi laserową

wego. Napęd suportu oraz napęd punktaka jest realizowany za pomocą sprężonego powietrza lub elektromagnesu. Punktak porusza się z szybkością 300 uderzeń na minutę. Doboru siły uderzenia punktaka dokonuje się doświadczalnie, w zależności od twardości podłoża. Przy znakowaniu za pomocą kodu Data Matrix wgłębienie powinno zajmować powierzchnię 60 % modułu nanoszonego kodu. Wówczas program analizujący moduły zakwalifikuje takie okrągłe wgłębienie jako ciemny moduł czyli bit „1”, mniejszy odcisk lub jego brak traktowany

Znakowarki mikroudarowe

Znakowarki są budowane w postaci stacjonarnych i przenośnych urządzeń. Przykłady znakowarek różnych typów przedstawia rys. 11.

Urządzenia te służą nie tylko do nanoszenia kodów Data Matrix, mogą, podobnie jak drukarki mozaikowe lub strumieniowe, rysować dowolne symbole lub rysunki, które zostały utworzone w dowolnych programach w postaci wektorowej (Corel Draw, Auto CAD, Adobe Illustrator™ i in.). Istotną ich cechą jest wielkość powierzchni, na której ma być naniesiony kod, napis lub rysunek. Urządzenia mikroudarowe nanoszą rysunki na powierzchni o wymiarach od 40 mmx50 mm do 180 mmx200 mm w zależności od typu urządzenia.



Rys. 11. Znakowarki mikroudarowe

Przykłady zastosowań



Rys. 12. Przykład wykorzystania kodu Data Matrix do oznaczania procesorów firmy Intel



Rys. 13. Czytniki wizyjne do odczytu kodów matrycowych

Do odczytu kodów wykorzystuje się czytniki wizyjne lub kamery o wąskiej wiązce światła z teleobiektywem (rys. 13). Producenci sprzętu proponują różnego rodzaju osprzęt ułatwiający pozycjonowanie znakowanych przedmiotów.

Obecnie zauważa się dość duże zainteresowanie przedstawioną technologią, szczególnie w przemyśle motoryzacyjnym do identyfikowania elementów składowych, np. silników, podobnie jak w przemyśle lotniczym oraz w biomechanice do oznaczania implantów.

Bibliografia

1. Praca zbiorowa. *Kody kreskowe. Rodzaje, standardy, sprzęt, zastosowania*. Wyd. ILiM. Poznań 2000.
2. Materiały informacyjne firmy Technifor. 2005.
3. Korzeń Z.: *Logistyczne systemy transportu bliskiego i magazynowania*. T.2.; Wyd. ILiM. Poznań 1999. ■